COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AVRIL 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les planètes télescopiques.* Note de M. C. DE FREYCINET [1].

« L'hypothèse de Laplace, telle qu'elle est formulée dans la Note VII de l'*Exposition du système du monde* (6e édition, 1835), n'a pas cessé d'occuper le monde savant. Je n'ai pas l'intention de l'examiner ici dans son ensemble. Je n'en retiendrai qu'un trait essentiel, celui qui touche à la formation des planètes. Selon le grand géomètre, la nébuleuse solaire, en se contractant, a abandonné dans la zone équatoriale une succession d'anneaux, relativement minces et étroits, qui ont continué à circuler autour du Soleil. Chacun de ces anneaux tournait tout d'une pièce, par suite du

(1) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

frottement réciproque des molécules qui avait égalisé leur vitesse angulaire, très faible d'ailleurs. D'un anneau à l'autre, la vitesse variait, en conformité de la loi des aires. Enfin chacun de ces anneaux, en équilibre fort instable, s'étant rompu sous l'influence de causes quelconques, les débris se sont agglomérés soit en plusieurs masses distinctes, soit en une seule, assez puissante pour attirer à elle toutes les autres. « Ce dernier cas, dit Laplace, » a été le plus commun : cependant le système solaire nous offre le premier » cas dans les quatre petites planètes qui se meuvent entre Jupiter et Mars, » à moins qu'on ne suppose, avec M. Olbers, qu'elles formaient primi- » tivement une seule planète qu'une forte explosion a divisée en plusieurs » parties animées de vitesses différentes. »

» Aujourd'hui l'hypothèse d'une explosion est abandonnée et les planètes télescopiques se comptent par centaines. Je me suis demandé si, précisément à raison de leur nombre, elles ne fourniraient pas un moyen, qui avait manqué à Laplace, de vérifier la justesse de son point de vue. En effet, ce groupe astronomique s'offre dans des conditions particulièrement favorables. Les perturbations, pour certains éléments similaires, doivent se compenser à très peu près, lorsqu'on base l'étude sur un aussi vaste ensemble d'orbites planétaires; la moyenne des valeurs des grands axes, par exemple, ou des excentricités ne doit pas différer sensiblement d'une époque à une autre. En s'en tenant donc à des moyennes obtenues à l'aide de grands nombres, on a chance de mettre en évidence des lois qui ne s'aperçoivent pas chez des astres isolés.

» J'ai choisi les 428 premières planètes cataloguées à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes de* 1899. Je me suis arrêté à ce chiffre, parce que les planètes suivantes n'étaient pas entièrement déterminées. L'Annuaire de 1900 en a ajouté 15; mais je n'ai pas voulu recommencer les calculs, qui sont longs et minutieux : j'attendrai pour les reprendre que le nombre des nouvelles déterminations soit plus considérable. J'ai dû, dès l'abord, faire subir aux inclinaisons une double correction : 1° substituer le plan de l'équateur solaire à celui de l'écliptique; 2° les ramener toutes à la même date : j'ai adopté l'équinoxe et l'écliptique moyens de 1900. Les inclinaisons ainsi rectifiées sont comprises entre 0° et 30°, sauf celle de Pallas, qui atteint 36°14′. La moyenne générale est de 10°28′. L'anneau s'accuse déjà, avec la faible largeur relative signalée par Laplace. Quant à son épaisseur, on se rappellera que les planètes sont échelonnées dans un espace qui s'étend depuis deux fois environ le rayon de l'orbite terrestre jusqu'à quatre fois et un quart ce même rayon. A la vérité, plus des

92 centièmes, 396 sur 428, sont entre les distances 2,2 et 3,2, et la presque totalité est entre les distances 2 et 3,5. L'épaisseur n'en reste pas moins très grande; trop grande même, semble-t-il, pour un seul anneau : aussi ai-je été conduit à admettre plusieurs anneaux distincts, hypothèse qui, on le verra plus loin, acquiert un haut degré de probabilité. Les premières impressions se confirment à l'aspect de la distribution des astéroïdes; ils ne sont point répandus d'une manière uniforme, ni semés au hasard : ils forment comme des lits superposés, contrastant avec des bandes très pauvres. Ainsi, entre les distances 2,7 et 2,8, sur une épaisseur égale au dixième du rayon de l'orbite terrestre, on compte 83 astéroïdes, tandis que sur une épaisseur égale, entre les distances 2,45 et 2,55, on n'en rencontre que 12. De même, entre les distances 3,1 et 3,2, il existe 57 planètes, et 9 seulement sur une épaisseur double, entre les distances 3,2 et 3,4. Je ne multiplierai pas les exemples. Quelques astronomes ont essayé d'expliquer ces alternances par l'influence de Jupiter; mais outre que la relation n'est pas encore prouvée, elle ne rendrait compte ni de la génération même des astéroïdes, ni de certaines particularités que j'examinerai tout à l'heure.

» Enfin je citerai le fait suivant :

» La distance moyenne au Soleil des 428 astéroïdes est de 2,766. Si on les répartit en trois groupes, d'après leur inclinaison croissant de 10° en 10° (Pallas étant à l'écart), on constate que la distance moyenne, dans chacun de ces groupes, s'écarte fort peu de la moyenne générale.

» Le premier groupe, de 0° à 10°, comprend 237 planètes et a pour distance moyenne 2,757;

» Le deuxième groupe, de 10° à 20°, comprend 162 planètes et a pour distance moyenne 2,771;

» Le troisième groupe, de 20° à 30°, comprend 28 planètes et a pour distance moyenne 2,813.

» La moyenne générale étant représentée par 1, les moyennes partielles sont représentées par 0,997, 1,002 et 1,017. Si les astres s'étaient formés indépendamment les uns des autres, on n'apercevrait pas la raison d'une semblable régularité.

» Je passe à d'autres considérations et, en vue de faciliter l'application du calcul, je réduirai l'hypothèse de Laplace à ses termes les plus simples. Je supposerai qu'il y a eu, à l'origine, solidarité entre les corpuscules ou embryons d'astéroïdes engagés dans un même anneau; ceux-ci, pen-

dant la rotation, gardaient leurs positions relatives, comme s'ils avaient fait partie d'un solide géométrique. La vitesse angulaire, très faible en tout cas, était telle que sur la face extérieure de l'anneau les molécules, ainsi que l'explique Laplace, satisfaisaient à la relation d'équilibre entre la force centrifuge et l'attraction solaire : $V^2 = \frac{f}{R}$, V étant la vitesse linéaire ou tangentielle, R la distance au Soleil, et f l'attraction à l'unité de distance. Les molécules situées à l'intérieur de l'anneau possédaient nécessairement des vitesses linéaires moindres, puisqu'elles avaient la même vitesse angulaire et qu'elles étaient plus voisines du Soleil. Après cette première phase, les phénomènes complexes qui ont marqué la dislocation de l'anneau et l'agrégation de sa matière en masses distinctes seront résumés ici en un seul : j'admettrai que dans le même instant le soi-disant solide géométrique s'est brisé de toutes parts et que chaque astéroïde, à un état de formation plus ou moins avancé, a cédé librement à l'attraction solaire. Il a dès lors décrit une courbe elliptique dont l'aphélie coïncide avec le point précis où il se trouvait quand la rupture s'est produite. Les corpuscules voisins de la surface extérieure ont pu continuer à parcourir des cercles ou des orbites presque circulaires, s'ils ont été peu dérangés de la position d'équilibre.

» Envisageons un astéroïde quelconque à l'intérieur de l'anneau. Soient R sa distance au Soleil au moment de la rupture, λ sa latitude, qui mesure l'inclinaison de l'orbite sur l'équateur solaire ; soit R_0 la distance au Soleil, prise dans le plan équatorial, de la face extérieure de l'anneau [1]. L'excentricité e de l'ellipse est donnée par la formule générale

$$e = \sqrt{1 - \frac{kc^2}{f^2}},$$

dans laquelle k et c désignent des constantes qui dépendent de l'attraction et de la vitesse tangentielle à l'origine de la courbe. Cette vitesse, alors que l'anneau forme un système géométrique, peut s'exprimer au moyen de R, R_0 et λ, en sorte que la quantité sous le radical devient

$$1 - \frac{R^3}{R_0^3}\cos^2\lambda\left(2 - \frac{R^3}{R_0^3}\cos^2\lambda\right),$$

[1] Je précise le *plan équatorial*, parce que, hors de ce plan, la distance qui correspond à l'équilibre n'est pas tout à fait la même.

qui se ramène aisément à $\left(1 - \frac{R^3}{R_0^3}\cos^2\lambda\right)^2$. Par suite, on a

$$(1) \quad e = 1 - \frac{R^3}{R_0^3}\cos^2\lambda \quad \text{ou bien} \quad e = 1 - \left(1 - \frac{\varepsilon}{R_0}\right)^3 \cos^2\lambda;$$

en désignant par ε la profondeur à laquelle se trouvait l'astéroïde dans l'anneau, à l'instant de la rupture.

» Cette excentricité, pour une même latitude, augmente avec la profondeur. Si l'on appelle E l'épaisseur de l'anneau, l'excentricité maxima sera $1 - \left(1 - \frac{E}{R_0}\right)^3 \cos^2\lambda$, et la moitié de cette quantité représentera approximativement l'excentricité moyenne des astéroïdes sous la même latitude, ce qui permet d'écrire

$$(2) \qquad 2e = 1 - \left(1 - \frac{E}{R_0}\right)^3 \cos^2\lambda,$$

e étant cette excentricité moyenne.

» Si nous imaginons que λ désigne, non plus une latitude particulière, mais la latitude ou l'inclinaison moyenne de tous les astéroïdes de l'anneau, cette même équation exprimera leur excentricité moyenne.

» Subdivisons l'anneau en trois groupes, comme nous divisions tout à l'heure la formation entière. Soient λ_1, λ_2 et λ_3, e_1, e_2 et e_3 les inclinaisons et les excentricités moyennes de ces trois groupes; l'épaisseur étant sensiblement constante dans l'étendue de l'anneau, on aura les trois relations :

$$(3) \quad \begin{cases} 2e_1 = 1 - \left(1 - \frac{E}{R_0}\right)^3 \cos^2\lambda_1, \qquad 2e_2 = 1 - \left(1 - \frac{E}{R_0}\right)^3 \cos^2\lambda_2, \\ 2e_3 = 1 - \left(1 - \frac{E}{R_0}\right)^3 \cos^2\lambda_3. \end{cases}$$

» Puisque nous raisonnons sur des moyennes, j'admettrai que l'anneau considéré représente l'état moyen des choses dans les divers anneaux, en sorte que les inclinaisons et les excentricités moyennes qui figurent dans ces relations sont précisément celles des groupes tracés dans la formation tout entière.

» Recherchons maintenant les inclinaisons et les excentricités *réelles* de ces mêmes groupes, telles qu'elles résultent des chiffres de l'*Annuaire :*

» 1° Les 237 planètes du groupe compris entre 0° et 10° ont une inclinaison moyenne de 7°11′ et une excentricité moyenne de 0,1332;

» 2° Les 162 planètes du groupe de 10° à 20° ont une inclinaison moyenne de 14°2′ et une excentricité moyenne de 0,1574;

» 3° Les 28 planètes du groupe de 20° à 30° ont une inclinaison moyenne de 23° 58′ et une excentricité moyenne de 0,2042.

» L'excentricité moyenne croît nettement avec l'inclinaison, ce qui est d'accord avec les relations (3). Mais la progression réelle, qui atteint 52 pour 100 du premier au troisième groupe, est-elle conforme à la progression théorique? C'est ce que je vais examiner.

» La fraction $\frac{E}{R_0}$ est inconnue. Mais nous pouvons l'éliminer, et il vient

$$\frac{1-2e_1}{\cos^2\lambda_1}=\frac{1-2e_2}{\cos^2\lambda_2}=\frac{1-2e_3}{\cos^2\lambda_3}. \tag{4}$$

» Ce sont, à proprement parler, les équations de condition auxquelles les nombres réels doivent satisfaire.

» En d'autres termes, la valeur d'un de ces rapports étant donnée, on peut, à l'aide des formules, trouver la valeur des excentricités correspondant aux autres inclinaisons. Ainsi, en déterminant, par exemple, le premier rapport au moyen de l'*Annuaire,* c'est-à-dire en faisant $e_1 = 0,1332$ et $\lambda_1 = 7°11'$, on déduira e_2 et e_3, et ces chiffres devront, si la théorie est exacte, différer très peu de ceux qu'a procurés l'observation directe. En effet, si l'on opère les calculs, on obtient :

	Excentricités	
Inclinaisons.	théoriques.	réelles.
$\lambda_2 = 14°\ 2'$	$e_2 = 0,15$	0,1574
$\lambda_3 = 23°58'$	$e_3 = 0,19$	0,2042

» Les résultats analytiques concordent d'une manière surprenante avec ceux qui ont été tirés de l'*Annuaire;* ils semblent fournir une preuve sérieuse à l'appui d'une des propositions fondamentales émises par Laplace dans son hypothèse cosmogonique.

» L'exactitude des relations (3) se trouvant ainsi confirmée, il est facile d'évaluer $\frac{E}{R_0}$; il suffit, dans l'une quelconque d'entre elles, de remplacer l'inclinaison et l'excentricité par leurs grandeurs réelles. On aboutit à trois chiffres voisins : 0,94, 0,1 et 0,11; j'accepterai le chiffre intermédiaire 0,1 comme le plus probable. C'est, du reste, celui qu'on déduirait de l'équation (2), en étendant celle-ci à la formation entière, c'est-à-dire en y remplaçant λ et e par l'inclinaison et l'excentricité moyennes des 428 astéroïdes, lesquelles sont 10° 29′ et 0,147.

» La longueur R_0, distance moyenne de la face extérieure des anneaux

au Soleil, n'est pas connue. En aucun cas elle ne saurait s'écarter beaucoup de 2,766 et par suite E ne s'écarte pas de 0,2766. Si l'on suppose que le centre de la formation est occupé par un anneau différant peu de la moyenne, alors R_0 est égal à $2,766 + \frac{1}{2}E$, et le dixième de cette quantité est égal à E : autrement dit, E est égal à 0,29. Ce n'est évidemment là qu'une approximation, mais je ne la crois pas très erronée et nous en aurons bientôt une confirmation.

» En négligeant 7 planètes tout à fait excentriques, les 421 autres sont situées entre les distances 2 [1] et 3,5. Dans cette étendue, il y aurait place pour cinq anneaux, d'une épaisseur inégale sans doute, mais dont la moyenne serait 0,29 environ. Leur richesse en astéroïdes serait d'ailleurs très variable. L'anneau médian, même s'il ne dépasse pas l'épaisseur moyenne, comprendrait 160 planètes, c'est-à-dire beaucoup plus que le tiers dû total.

» La pluralité des anneaux, à laquelle nous sommes conduit, paraît beaucoup plus vraisemblable, à raison de la grande étendue de la formation, que l'hypothèse d'un anneau unique. Elle concorde parfaitement avec l'existence constatée d'excentricités nulles ou très faibles à des distances fort inégales du Soleil, ainsi qu'avec les excentricités très diverses qu'on observe à une même latitude. Ces faits, en apparence irréguliers, sont la conséquence naturelle de la loi en vertu de laquelle, dans chaque anneau, l'excentricité croît de la face extérieure à la face intérieure. Et, puisque je parle de *loi*, je tiens à répéter que toutes les relations dont je m'occupe ici ne sont que l'expression de *moyennes*. Elles ne se vérifient pas nécessairement sur un astre isolé ou même sur un nombre d'astres restreint. Trop de circonstances ont pu, dans des cas particuliers, contrarier ou masquer les effets de la tendance générale. Nous ignorons en quel état se trouvaient les astéroïdes au moment où l'anneau s'est rompu. Que s'est-il passé ensuite? Quelle influence a exercée le milieu ambiant, dont la densité n'était pas encore négligeable? Quelles sont au juste les variations subies par les orbites depuis leur origine? Avec tant de causes d'incertitude, ce qui peut étonner, c'est qu'on arrive à des résultats aussi voisins de la réalité, même en se bornant à des moyennes.

» Reprenons la formule $2e = 1 - \left(1 - \frac{E}{R_0}\right)^3 \cos^2\lambda$, qui exprime l'excen-

---

[1] L'*Annuaire* de 1900 signale une planète, la 434e, à la distance 1,946. Mais cela ne change rien à mon exposé.

tricité moyenne des astéroïdes d'un anneau, dont la latitude ou l'inclinaison moyenne est λ. Pour un autre anneau, dont l'épaisseur et l'inclinaison moyennes seraient les mêmes, l'excentricité varierait en sens inverse de R_0, c'est-à-dire augmenterait ou diminuerait selon que l'anneau serait plus rapproché ou plus éloigné du Soleil. Comme il n'est pas probable que l'épaisseur des anneaux, en deçà de la distance moyenne 2,766, soit très différente de l'épaisseur des anneaux au delà, il s'ensuit, si la théorie est exacte, qu'en prenant tous les astéroïdes en dedans d'une sphère de rayon $L = 2,766$ et les comparant aux astéroïdes en dehors, on doit trouver pour les premiers une excentricité moyenne supérieure à celle des seconds. C'est en effet ce que j'ai constaté d'après les chiffres de l'*Annuaire*. L'excentricité moyenne des 229 planètes intérieures à la sphère L est de 0,159, tandis que l'excentricité moyenne des 199 planètes extérieures n'est que de 0,133. L'écart est de 20 pour 100. L'inclinaison ne joue ici aucun rôle, car sa valeur moyenne est pareille dans les deux régions : 10°24′ à l'intérieur et 10°33′ à l'extérieur. Il reste à voir si l'écart réel est à peu près conforme à celui qu'indique la théorie.

» Imaginons deux anneaux, de même épaisseur et de même latitude moyenne, et situés à la même distance δ de la sphère L, l'un en deçà l'autre au delà, la distance étant comptée à partir du milieu de l'épaisseur de l'anneau. Soient e' et e'' les excentricités moyennes correspondantes; on a

$$2e' = 1 - \left(1 - \frac{E}{L + \frac{1}{2}E - \delta}\right)^3 \cos^2\lambda, \quad \text{et} \quad 2e'' = 1 - \left(1 - \frac{E}{L + \frac{1}{2}E + \delta}\right)^3 \cos^2\lambda.$$

» En fait, nous ignorons comment les anneaux sont répartis et quelle est leur épaisseur individuelle. Mais nous ne nous éloignerons sans doute pas beaucoup de la vérité si, pour obtenir l'excentricité moyenne de toute la portion soit intérieure soit extérieure à la sphère L, nous remplaçons δ par la distance moyenne de ladite portion à la sphère. D' et D'' désignant ces deux distances, les excentricités seront données par les relations :

$$(5) \quad \begin{cases} 2e' = 1 - \left(1 - \dfrac{E}{L + \frac{1}{2}E - D'}\right)^3 \cos^2\lambda, \\ \text{et} \\ 2e'' = 1 - \left(1 - \dfrac{E}{L + \frac{1}{2}E + D''}\right)^3 \cos^2\lambda. \end{cases}$$

» J'ai négligé la très légère différence de l'inclinaison.

» Les valeurs de D' et D'', déterminées au moyen de l'*Annuaire*, sont les

mêmes : 0,236 et 0,234, nouvelle marque de l'unité et de la régularité de la formation. Toutes les quantités du second membre, sauf E, sont fournies par l'observation, et quant à E, le calcul précédent lui a assigné la valeur approximative 0,29.

» Les substitutions opérées, on est à même de faire les rapprochements suivants :

	Excentricités	
	théoriques.	réelles.
e'	0,159	0,159
e''	0,138	0,133

Ils confirment entièrement les prévisions.

» Réciproquement, on peut, dans les équations (5), considérer l'épaisseur E comme inconnue et se servir, pour la calculer, des valeurs de l'excentricité fournies par l'observation. On obtient deux chiffres très voisins, 0,29 et 0,278, dont le premier se confond avec celui que nous possédons déjà. Cette seconde manière de déterminer E est entièrement distincte de la précédente. Elle fait usage des distances au Soleil, tandis que la première utilise les inclinaisons. Or les unes et les autres sont empruntées à l'observation directe et ne doivent rien à la théorie. C'est donc une concordance de plus à enregistrer.

» En résumé :

» Conformément aux idées de Laplace, les planètes télescopiques paraissent s'être formées successivement dans plusieurs couches sphériques concentriques au Soleil. Dans chacun de ces anneaux, la matière cosmique a été animée à l'origine d'un mouvement de rotation commun, variable d'un anneau à l'autre, et a donné naissance, après la rupture, à plusieurs masses distinctes.

» Des considérations théoriques basées sur ces prémisses nous ont, en effet, conduit aux conclusions analytiques suivantes, qui sont en accord avec les faits observés :

» 1° Si l'on divise les planètes en trois groupes, d'après leur inclinaison croissant de 10° en 10°, la distance moyenne au Soleil des planètes de ces divers groupes est sensiblement constante;

» 2° L'excentricité moyenne des orbites augmente d'un groupe à l'autre avec l'inclinaison; l'écart entre les deux groupes extrêmes n'est pas inférieur à 52 pour 100;

» 3° Si l'on forme deux zones à l'aide d'une sphère d'un rayon égal à la moyenne distance de toutes les planètes au Soleil, l'excentricité moyenne des planètes de la première zone, ou planètes intérieures, surpasse de 20 pour 100 l'excentricité moyenne des planètes extérieures.

» J'ai cru pouvoir fixer le nombre des anneaux à cinq (pour la région occupée par 421 astéroïdes) et leur épaisseur moyenne aux $\frac{29}{100}$ du rayon de l'orbite terrestre. »

PHYSIQUE. — *Sur la transparence de l'aluminium pour le rayonnement du radium.* Note de M. **Henri Becquerel**.

« Dans une des dernières séances de l'Académie ([1]), j'ai indiqué quelques expériences montrant que la transmission du rayonnement du radium au travers d'un écran était accompagnée de plusieurs phénomènes distincts : une absorption élective, une diffusion parfois considérable, une émission de rayons secondaires comprenant des rayons déviables par un champ magnétique et des rayons qui ne le sont pas, et enfin une transmission directe d'une partie du rayonnement issu de la source. Cette partie transmise paraît identique avec la partie correspondante du rayonnement incident et subit la même déviation magnétique. Ces faits me paraissaient démontrés, tant par les expériences de la Note précitée que par tout un ensemble de mes expériences antérieures, et j'aurais jugé inutile de revenir sur cette démonstration si, dans la même séance, M. Villard n'avait pas publié une Note dans laquelle il avait cru pouvoir déduire, de deux séries d'expériences, des conclusions en désaccord avec celles qui viennent d'être énoncées. Je me suis proposé alors de vérifier sous une autre forme l'exactitude de mes premières observations.

» J'ai projeté au travers d'un écran d'aluminium, sur une plaque photographique enveloppée de papier noir, l'ombre d'une tige de cuivre interceptant le rayonnement d'une cuve linéaire contenant du radium, et j'ai constaté, comme on devait s'y attendre d'après mes expériences antérieures, que cette ombre était déviée lorsque l'on réalisait l'expérience dans un champ magnétique.

» L'expérience était disposée de la manière suivante : entre les larges surfaces polaires d'un électro-aimant, distantes de $0^m,16$, on avait placé la

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 979; 9 avril 1900.

source radiante formée de chlorure de baryum radio-actif rassemblé dans une rainure de 1^{mm} de large environ, pratiquée dans un bloc de plomb et orientée parallèlement aux lignes de force. Au-dessus, et parallèlement à la rainure, était disposée une tige de cuivre cylindrique, de 4^{mm} de diamètre, dont l'axe était à $11^{mm},5$ de la source, puis, à une égale distance au-dessus, on plaçait horizontalement une plaque photographique enveloppée de papier noir.

» Dans ces conditions, quand l'électro-aimant n'est pas excité, on obtient sur la plaque photographique une ombre dont les dimensions, ombre et pénombre, coïncident avec celles qu'on obtient par la construction géométrique de trajectoires rectilignes, en tenant compte de la largeur de la source.

» Si l'on vient alors à exciter l'électro-aimant, de façon que le champ reste faible, les trajectoires de rayonnement, dans un plan perpendiculaire au champ, sont des cercles de grand rayon, et l'ombre est déplacée en conservant à peu près la même largeur, limitée du côté le plus dévié par l'impression due aux rayons les moins déviables et, de l'autre, par le spectre des rayons les plus déviables non arrêtés par le papier noir.

» En renversant le sens du courant la déviation change de sens, et, par une disposition décrite dans mes Notes antérieures, en cachant successivement chaque moitié de la plaque par un écran opaque, on peut obtenir sur la même épreuve les deux déviations inverses. On a ainsi deux bandes blanches décalées l'une par rapport à l'autre de 6^{mm} à 7^{mm}.

» Si l'on vient maintenant à placer au contact de la tige horizontale, soit au-dessus, soit au-dessous, une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur, inclinée à 45°, l'ombre s'observe encore sur la plaque photographique, mais elle est affaiblie par une impression diffuse due à des rayons secondaires ou diffusés; l'ombre a la même largeur que s'il n'y avait pas d'écran d'aluminium, ce qui est conforme aux expériences décrites dans ma dernière Note.

» Si l'on excite alors l'électro-aimant, l'ombre est déviée, et le décalage correspondant à l'interversion du courant est un peu moindre que lorsqu'il n'y a pas d'écran d'aluminium. Cette différence est due à ce que le rayon de courbure des trajectoires du rayonnement qui donne l'impression photographique maximum au travers du papier noir, est plus petit que celui des rayons moins déviables qui, au travers de l'aluminium, donnent le maximum d'impression photographique, comme je l'ai démontré antérieurement.

» Les dimensions des ombres et leur déplacement ne permettent pas de mettre en doute que ces ombres ne soient produites par un rayonnement issu de la source, traversant l'écran, et dévié par le champ magnétique avant et après le passage au travers de l'écran.

» L'écran en contact avec la tige opaque peut être placé soit au-dessus, soit au-dessous, sans que le résultat de l'expérience en soit modifié.

» Lorsque l'écran ne s'étend pas jusqu'au contact de la plaque photographique, le bord rectiligne de cet écran donne une ombre déviée également dans le champ. Cette ombre, donnée par le bord des écrans, est un phénomène que j'ai observé il y a quatre ans, dès mes premières recherches, et sur lequel je reviendrai plus loin.

» Si l'on couvre la cuve contenant la matière radio-active avec une lamelle de verre de $0^{mm},1$ d'épaisseur, les déviations observées soit sans écran d'aluminium, soit au travers de l'écran incliné, sont les mêmes que dans les expériences qui viennent d'être décrites.

» Ces faits, de même que ceux que j'ai décrits antérieurement, sont contraires aux conclusions des expériences de M. Villard, conclusions qu'il formule ainsi [1] : « Le faisceau qui, dans mes expériences, traversait » sans se réfracter la lame d'aluminium inclinée, correspond aux rayons » non déviables.... Les rayons déviables, au contraire, se comportent » comme les rayons cathodiques et émergent normalement à la lame tra- » versée ».

» L'expérience sur laquelle M. Villard fonde cette dernière assertion ne me paraît pas concluante. Lorsqu'on intercepte par un écran une partie d'un faisceau issu d'une source radio-active, le bord de cet écran projette une ombre; c'est, comme je l'ai rappelé plus haut, une des plus anciennes observations que j'aie eu l'occasion de faire [2]. Dans l'expérience faite par M. Villard, les deux parties du rayonnement, le faisceau direct et le faisceau transmis au travers de l'aluminium, sont séparées par cette ombre, qui peut donner l'apparence d'une déviation du faisceau, sans que cette déviation existe réellement. J'ai souvent observé ce phénomène.

» L'expérience que M. Villard a réalisée dans un champ magnétique est également en contradiction avec mes observations. Lorsqu'on place dans un champ magnétique du chlorure de baryum très actif, préparé par M. et Mme Curie, formant une source linéaire, au-dessous d'une fente, et

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1012.

[2] *Ibid.*, t. CXXII, p. 564, et t. CXXVIII, p. 774.

qu'on reçoit le rayonnement sur une plaque photographique inclinée, non enveloppée, ou observe les effets suivants : Si pour éviter l'action de la lumière émise par la substance on couvre la source d'une mince lame d'aluminium, de $0^{mm},01$ d'épaisseur par exemple, l'impression se compose de trois parties : un faisceau rectiligne non dévié, un faisceau dévié, et une impression diffuse moins intense non déviée, symétrique de part et d'autre du faisceau non dévié. Une mince lame de plomb de $0^{mm},15$ d'épaisseur substituée à l'aluminium arrête le faisceau rectiligne ; elle ne transmet que des rayons déviables et un rayonnement diffus non dévié très intense. Lorsqu'on enveloppe de papier noir la plaque photographique, la partie non déviée du rayonnement qui donnait une forte impression rectiligne est arrêtée, et il ne reste plus que la partie déviée et la partie diffuse non déviée. Le faisceau rectiligne non dévié correspond donc bien aux rayons non déviables et peu pénétrants qui ont été observés par M. et Mme Curie dans le rayonnement du radium. Les effets obtenus sont les mêmes lorsque la fente est pratiquée soit dans du plomb, soit dans du verre.

» Si le chlorure de radium qui a servi à ces expériences émettait avec une intensité comparable à celle du rayonnement étudié des rayons non déviables très pénétrants, l'existence de ces rayons n'aurait pu échapper aux expériences de M. et Mme Curie ou aux miennes, et, si les observations de M. Villard sont exactes, il faudrait chercher la cause du désaccord, soit dans la nature du produit actif qu'il a employé, soit dans l'existence de rayons moins intenses et très pénétrants, comme ceux de l'uranium, dont l'effet n'apparaîtrait qu'après une longue pose.

» Au cours de ces expériences j'ai eu l'occasion de constater l'altération profonde du verre et de divers métaux, observée déjà par M. et Mme Curie, et j'ai vérifié de nouveau que ces matières, altérées, et auxquelles le rayonnement a communiqué le pouvoir temporaire de rendre l'air conducteur, ainsi que l'ont découvert M. et Mme Curie, n'impressionnent pas une plaque photographique sur laquelle elles sont posées pendant plus de douze heures ; j'avais du reste déjà fait cette observation il y a plusieurs mois [1]. »

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 917.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du fluorure manganeux.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Venturi.**

« L'étude du fluorure manganeux est très incomplète; nous avons été amenés à la reprendre à propos d'un travail d'ensemble poursuivi par l'un de nous sur les composés fluorés du manganèse.

» Brünner avait indiqué anciennement que l'on pouvait préparer le fluorure manganeux en dissolvant le carbonate de manganèse dans l'acide fluorhydrique étendu ([1]). Beaucoup plus tard, en 1863, Röder ([2]) décrivit, comme autre procédé de préparation, la fusion d'un mélange de chlorure de manganèse et de fluorure de sodium, puis l'épuisement de la masse par l'eau. Aucun de ces auteurs n'avait poursuivi l'étude méthodique de ce fluorure manganeux.

» Préparation du fluorure manganeux : 1° *Par l'action d'une solution d'acide fluorhydrique sur le manganèse métallique.* — Le manganèse se dissout avec une grande facilité à froid, dans l'acide fluorhydrique étendu, en donnant un liquide à peine rosé, sous une grande épaisseur. Cette solution, abandonnée à la température ordinaire, laisse déposer, par évaporation lente, des cristaux de fluorure de manganèse hydraté. Si l'on porte cette même solution à l'ébullition, elle se trouble rapidement et la majeure partie du manganèse se précipite sous forme de fluorure anhydre.

» La préparation se fait de la façon suivante : On place dans une capsule d'argent de l'acide fluorhydriqne étendu et l'on refroidit extérieurement cette capsule par un rapide courant d'eau. On introduit ensuite, et par petites quantités, des fragments de fonte de manganèse préparée au four électrique. L'attaque du métal se produit très rapidement, et si le liquide ne s'échauffe pas, tout le fluorure reste en solution. Lorsque la dissolution du métal est complète, on filtre pour séparer le graphite que contenait la fonte de manganèse. La solution limpide est portée à l'ébullition pendant cinq minutes, et il se produit de suite un précipité d'une poudre blanche cristalline de MnF^2. On enlève le liquide surnageant, on lave par décantation à l'eau froide, et, après filtration, le fluorure est chauffé à l'étuve à + 120°.

([1]) Brünner, *Poggendorffs Annalen,* t. CI, p. 264: année 1857.
([2]) Röder, *Thèse de Göttingen,* année 1863.

» 2° *Action de l'acide fluorhydrique gazeux sur le manganèse.* — Le gaz acide fluorhydrique attaque la fonte de manganèse avec incandescence au-dessous du rouge. La réaction est assez vive pour que la nacelle de platine dans laquelle se trouve le métal soit parfois fondue en partie.

» Le fluorure, tel qu'on le recueille dans cette préparation, est fondu et possède une couleur rose très claire. Un produit de même aspect est obtenu lorsque l'on chauffe, au rouge, le fluorure cristallin dans un courant de gaz acide fluorhydrique.

» 3° *Décomposition du fluosilicate manganeux.* — Le fluosilicate manganeux hydraté et cristallisé, préparé par l'action de l'acide fluosilicique sur le carbonate de manganèse, peut être desséché sans décomposition sensible. Calciné à la température de 1000° dans un courant d'acide fluorhydrique, il donne du fluorure manganeux très pur. Toutes ces expériences sont faites dans des appareils en platine.

» 4° *Action de l'acide fluorhydrique aqueux sur le carbonate de manganèse.* — Si l'on dissout le manganèse pur dans l'acide fluorhydrique étendu, on peut obtenir une solution limpide en évitant toute élévation de température. Il se produit alors une solution de fluorure hydraté. Si le liquide s'échauffe, ou si l'on se trouve en présence d'acide concentré, il se précipite de suite une certaine quantité de fluorure anhydre. Il ne faut pas oublier, ce qui avait échappé à Brünner, que le fluorure manganeux décompose l'eau à l'ébullition dans le platine en donnant un oxyfluorure.

» 5° *Préparation du fluorure manganeux cristallisé.* — Pour préparer le fluorure manganeux cristallisé, on utilise la propriété qu'il possède de se dissoudre dans le chlorure de manganèse anhydre et fondu.

» On place dans un creuset de platine un mélange de chlorure de manganèse et de fluorure amorphe dans les proportions suivantes : $MnCl^2$ (fondu), 220gr; MnF^2 (bien sec), 160gr.

» Le creuset de platine est disposé dans un creuset de porcelaine que l'on brasque avec du charbon dans un creuset de terre. Cet appareil est chauffé modérément au rouge pour amener la fusion du mélange, puis on laisse refroidir lentement. On lave ensuite à l'eau froide, puis à l'acide acétique étendu et à nouveau à l'eau froide.

» *Analyse du fluorure manganeux.* — Les échantillons obtenus par ces différents procédés de préparation ont été analysés; ils répondent tous à la formule du fluorure anhydre MnF^2.

	1.	2.	3.	4.	5.	Théorie.
Manganèse....	60,89	59,71	59,91	59,78	59,84	59,14
Fluor.........	»	»	»	40,10	39,80	40,86

» *Propriétés.* — Le fluorure manganeux anhydre cristallise en beaux prismes teintés de rose pouvant atteindre 1^{cm} de longueur. Sa densité est de 3,98 ; son point de fusion est de 856°. Ce fluorure est à peu près insoluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, il est soluble dans le chlorure manganeux en fusion.

» Le fluorure manganeux est réductible par l'hydrogène. Si l'on chauffe ce fluorure anhydre à la température de 500° dans un courant d'hydrogène, il se dégage de l'acide fluorhydrique, mais la réduction est très lente. Après une expérience de trois heures, elle était à peine commencée. Nous avons alors placé le fluorure anhydre dans une nacelle de charbon disposée dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'hydrogène pur. Cet appareil pouvait être porté à une température voisine de 1000°. Dans ces conditions, la réduction est complète et l'on obtient une poudre légèrement carburée qui est formée de manganèse métallique ([1]).

» Le fluor réagit lentement à froid sur le fluorure manganeux. Pour peu que l'on élève la température, l'absorption du fluor devient rapide et il se produit alors le sesquifluorure de manganèse cristallisé Mn^2F^6, qui a été décrit précédemment par l'un de nous ([2]).

» Le chlore ne réagit point à froid sur le fluorure manganeux, mais vers le rouge sombre, le produit noircit, et, en opérant dans un tube de verre, on recueille du gaz fluorure de silicium. En répétant cette expérience vers 1200° dans un tube de porcelaine traversé par un courant de chlore, l'attaque est plus profonde, et il reste un produit ayant l'apparence du chlorure de manganèse fondu. Cette réaction se fait dans des nacelles de graphite pur, chauffées préalablement dans le chlore à la même température. Cependant dans cette nouvelle expérience, qui a été répétée plusieurs fois, nous ne sommes pas arrivés à chasser complètement tout le fluor. Il se fait ici un équilibre variable avec la température et la vitesse du courant de chlore gazeux.

» Le résidu, repris par l'eau ou épuisé par l'alcool à 90° au réfrigérant ascendant, nous a permis d'enlever le chlorure de manganèse et d'isoler des cristaux de fluorure non attaqués. Nous n'avons pu démontrer, dans cette expérience, l'existence d'un fluochlorure de manganèse défini.

» L'oxygène sec ne commence à réagir sur le fluorure manganeux qu'à la température de 400°, mais l'attaque n'est que superficielle. En mainte-

---

([1]) Le carbone provient de la nacelle de graphite.

([2]) H. Moissan, *Préparation et propriétés d'un perfluorure de manganèse* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 622).

nant pendant plusieurs heures une petite quantité de fluorure dans l'oxygène sec, à la température de 1000°, la transformation est complète, et l'on prépare ainsi l'oxyde Mn^3O^4 cristallisé. Cet oxyde ne renferme plus de fluor; il contient Mn pour 100 : 72,7 — 73,1. La théorie pour Mn^3O^4 exigerait 72,3.

» Dans la vapeur de soufre vers 1000°, le fluorure est rapidement transformé en sulfure vert de manganèse.

» Le carbone n'a pas d'action sur le fluorure de manganèse vers 1200°; au contraire, le silicium décompose ce fluorure vers 1000° en donnant un siliciure très bien cristallisé.

» Dans les mêmes conditions, le bore produit un dégagement de fluorure de bore et fournit un borure de manganèse cristallisé attaquable par l'acide chlorhydrique étendu.

» L'action de l'eau nous a semblé intéressante. Une ébullition prolongée altère le fluorure manganeux et fournit un oxyfluorure et de l'acide fluorhydrique. La solution devient plus acide par une ébullition prolongée, et les teneurs en manganèse et en fluor de la poudre recueillie vont en diminuant. Il se produit un mélange insoluble de fluorure anhydre et d'oxyfluorure.

» L'action de la vapeur d'eau produit une décomposition totale.

» L'expérience a été faite de la façon suivante : Le fluorure a été placé dans une nacelle de graphite que l'on a disposée dans un tube de même substance. Ce dernier était revêtu extérieurement d'un enduit de feldspath et de kaolin et placé lui-même dans un tube de porcelaine. L'appareil, traversé par un courant de vapeur d'eau, était maintenu à la température de 1200° à 1300°, dans un four à réverbère. Dans ces conditions, le fluorure a été complètement décomposé. Après l'expérience, il reste dans la nacelle un produit cristallisé de couleur vert émeraude et qui présente la composition du protoxyde de manganèse. Il renferme Mn pour 100 : 77,32. Théorie, Mn pour 100 : 77,52.

» A la même température, le fluorure manganeux, chauffé dans un courant d'hydrogène sulfuré, est transformé en sulfure vert cristallisé : Mn pour 100 : 63,50 — 63,40. Théorie, Mn pour 100 : 63,28.

» Le fluorure de manganèse est peu soluble dans l'ammoniac liquéfié. Cependant, il y a fixation sur la molécule de fluorure d'une certaine quantité d'ammoniac. Nous avons obtenu dans plusieurs expériences une poudre cristalline dont la composition répond sensiblement à la formule suivante : $3MnF^2, 2AzH^3$.

» Ce corps est dissociable lentement à la température ordinaire avec départ de gaz ammoniac; il laisse un résidu de fluorure manganeux.

» En présence du gaz ammoniac, vers 1200°, le fluorure manganeux est réduit partiellement avec formation d'un mélange de couleur brune dégageant de l'ammoniaque par la potasse en fusion.

» Les métaux alcalins, potassium et sodium, réduisent le fluorure de manganèse sans incandescence, au-dessus du rouge, et ils fournissent un métal pulvérulent, impur et de couleur grise. C'est la réaction de Brünner.

» L'aluminium et le magnésium réduisent de même sans incandescence le fluorure manganeux en donnant aussi un métal pulvérulent.

» Ce fluorure est rapidement soluble à froid ou à chaud dans les acides chlorhydrique et azotique concentrés. L'acide chlorhydrique étendu et l'acide acétique le dissolvent lentement. L'acide fluorhydrique concentré ne le dissout pas sensiblement, et l'acide sulfurique le décompose avec dégagement d'acide fluorhydrique.

» Les lessives de potasse et de soude ainsi que la solution ammoniacale le transforment lentement à l'ébullition en oxyde de manganèse et fluorure alcalin.

» Les carbonates alcalins fondus l'attaquent rapidement avec production d'oxyde de manganèse insoluble et de fluorure alcalin.

» La potasse fondue, l'azotate et le chlorate de potassium en fusion l'attaquent de même, au rouge sombre, avec production de fluorure et de manganate.

» Enfin, l'eau de chlore et l'eau de brome le décomposent lentement à la température ordinaire avec formation d'acide fluorhydrique et de bioxyde de manganèse.

» *Conclusions.* — Le fluorure manganeux MnF^2 peut se produire avec facilité à l'état de sable cristallin dans l'attaque du manganèse par l'acide fluorhydrique. On peut le préparer en beaux cristaux en utilisant la propriété qu'il possède d'être soluble dans le chlorure de manganèse fondu. Ce fluorure est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, par conséquent très différent du chlorure. C'est un composé facilement réductible par les métalloïdes et les métaux, donnant le plus souvent dans ces décompositions des produits cristallisés; il peut fixer du fluor avec facilité et reproduire alors le sesquifluorure cristallisé MnF^6. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Cartes agronomiques du canton de Redon. De la composition des terres au point de vue de la chaux, de la magnésie, de la potasse et de l'azote.* Note de M. G. **Lechartier**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les Cartes agronomiques des sept communes du canton de Redon ([1]), en même temps que la notice qui les accompagne et qui contient un exposé de la situation agricole dans cette partie du département d'Ille-et-Vilaine limitrophe du Morbihan. Ce travail a été effectué par la Station agronomique de Rennes avec le concours de M. du Halgouët, député d'Ille-et-Vilaine, et des membres du Comice agricole du canton. Il est résumé dans une Carte spéciale qui comprend le canton tout entier, dont le territoire s'étend sur une superficie de 16437 hectares.

» Toutes les terres n'appartiennent pas à la même formation géologique. On y rencontre dans la commune de Bains l'extrémité d'un massif granitique qui se continue dans le Morbihan. Au nord, au sud et à l'est, il est entouré par les assises du précambrien, qui s'étendent sur les communes de Sainte-Marie et de La Chapelle-Saint-Melaine, et qui sont désignées sur la Carte géologique de France sous le nom de *schistes* et *arkoses de Bains*.

» Le reste du canton appartient au silurien moyen, ou ordovicien, et au silurien supérieur ou gothlandien. C'est ainsi que les grès armoricains couvrent une partie des communes de Langon et de Renac; les schistes ardoisiers d'Angers forment trois bandes parallèles qui s'étendent sur une portion des précédentes communes, en même temps que celles de Redon et de Brain. Les assises du gothlandien, qui sont indiquées sur la Carte géologique de France sous le nom de *schistes* et *grès de Poligné*, se retrouvent également dans les sept communes. Enfin le canton est bordé sur tout son pourtour, sauf au nord, par les vallées de la Vilaine et de l'Oust, recouvertes de terres d'alluvions.

» On peut évaluer approximativement de la manière suivante les surfaces appartenant à chacun de ces terrains :

([1]) Les Cartes des communes sont à l'échelle de $\frac{1}{10000}$, celle du canton à l'échelle de $\frac{1}{20000}$.

Granit		660
Précambrien, schistes et arkoses de Bains		3986
Silurien moyen	Grès armoricain	1806
	Schistes d'Angers	3224
Silurien supérieur : schistes et grès de Poligné		4214
Alluvions anciennes et modernes		2500

» Laissant de côté les limites des communes, nous avons considéré à part les résultats analytiques qui se rapportent à chaque terrain. Il était d'autant plus utile d'effectuer ce travail que les mêmes formations géologiques se retrouvent dans d'autres parties du département d'Ille-et-Vilaine et dans d'autres départements limitrophes, la Loire-Inférieure et le Morbihan.

» Les échantillons de terre ont été prélevés avec la participation des membres du Comice, qui nous ont fourni des renseignements précis sur la valeur des terres, le mode de culture et la nature des engrais employés.

» Les analyses ont été effectuées à l'aide de procédés recommandés par le comité des stations agronomiques.

» Dans cette première Note nous nous occuperons de ces terres au point de vue de la chaux, de la magnésie, de la potasse et de l'azote, nous réservant de traiter à part la question de l'acide phosphorique.

» Pour la chaux et la magnésie, on a trouvé, pour 1000^{kg} de terre sèche, dans ces divers terrains :

	Chaux.			Magnésie.		
	Minima.	Moyenne.	Maxima.	Minima.	Moyenne.	Maxima.
Granit	0,23	0,65	1,35	0,16	0,84	1,50
Précambrien	traces	0,71	2,70	0,52	1,00	3,26
Grès armoricain	0,02	1,08	3,10	0,17	0,93	3,65
Schistes d'Angers	traces	0,58	2,03	0,19	1,35	3,97
Schistes et grès de Poligné	traces	0,86	1,74	0,17	0,90	3,09
Alluvions	traces	0,83	1,41	0,53	1,60	3,14

» Le même défaut existe dans toutes les terres appartenant à ces diverses formations géologiques. Elles se signalent par une très grande pauvreté en chaux : le maximum dépasse à peine $\frac{3}{1000}$, et nous avons rencontré dans les communes de Redon et de la Chapelle-Saint-Melaine des terres pour lesquelles le poids de chaux, séparé par les acides dans les conditions ordinaires de l'analyse, est trop faible pour pouvoir être apprécié par la balance.

» Ce dernier fait se constate pour des terres depuis longtemps en culture. Les sols de landes ne sont pas entièrement dépourvus de chaux : avant tout défrichement et tout apport d'engrais et d'amendements, on les voit contenir de 0,18 à 0,99 pour 1000 de chaux. Dans les terres anciennes réputées bonnes qui reçoivent des chaulages plus ou moins réguliers, la teneur s'élève à 2,70 pour 1000. Nous constaterons aussi que des champs produisant 20 à 30 hectolitres de froment à l'hectare ne renferment que 0,26 à 0,28 pour 1000 de chaux sur le précambrien et 0,67 à 0,80 sur les schistes d'Angers.

» Les amendements calcaires sont nécessaires dans toutes ces terres et sont employés régulièrement par les bons agriculteurs. En général, on chaule la sole réservée aux choux fourragers; cette culture rend de très grands services dans cette partie de la Bretagne pour l'alimentation du bétail dans toutes les fermes, où la betterave n'occupe qu'une place trop restreinte. On a reconnu qu'il est mauvais d'y appliquer la chaux aux terres qui sont ensemencées en froment, parce qu'elle contribue au développement exagéré de la végétation herbacée et nuit à la production du grain. Il en résulte que le chaulage est peu répandu dans les terres qui sont encore soumises à l'assolement triennal : sarrasin, blé, avoine. D'autre part, le canton ne possède pas de carrières de calcaire; la ligne de chemin de fer de Rennes à Redon le côtoie sans le pénétrer. La chaux est apportée par bateaux; pour la transporter jusqu'au centre et au nord du canton, les frais de transport constituent une charge que tous les petits cultivateurs ne peuvent pas supporter, et leur nombre est considérable dans le canton de Redon. Pour ces divers motifs les chaulages ne sont pas suffisamment généralisés.

» La magnésie entre dans la composition de la couche arable pour une proportion supérieure à celle de la chaux.

» Tous ces terrains présentent peu de différences entre eux au point de vue de ces deux principes.

» Cependant, on peut remarquer que les schistes d'Angers se signalent par une teneur plus élevée en magnésie en même temps que par une plus grande pauvreté en chaux; c'est l'inverse pour le grès armoricain.

» Les terres appartenant à ces diverses formations géologiques sont riches en potasse, et l'ensemble des champs où la teneur est inférieure à 2 millièmes n'occupent que les 6 à 7 centièmes de la surface totale du canton. Aussi les engrais potassiques n'y sont jamais employés. Dans toutes les fermes, on a recours au fumier, souvent même à l'exclusion de tout

engrais industriel. Le canton possède, dans les vallées de la Vilaine et de l'Oust, de vastes prairies submergées pendant une partie de l'année et produisant un foin plus ou moins grossier qui est bien accepté des bêtes bovines. Le canton nourrit ainsi un nombreux bétail qui produit des quantités relativement considérables de fumier toujours riche en potasse.

» Les quantités de potasse pour 1000^{kg} de terre sont les suivantes pour les divers terrains :

	Minima.	Moyennes suivant les communes.	Maxima.
Granit	2,64	3,44	4,20
Précambrien	0,44	2,48 à 5,15	7,05
Grès armoricain	0,79	2,68 à 3,53	4,49
Schistes d'Angers	0,99	2,34 à 4,19	4,98
Schistes et grès de Poligné	1,07	2,32 à 5,77	8,85

» Au point de vue de l'azote, les terres du canton de Redon possèdent une richesse moyenne supérieure à $\frac{1}{1000}$ et variant de 1,09 à 1,35. L'étendue des champs qui en contiennent moins de $\frac{1}{1000}$ ne dépasse pas les $\frac{14}{100}$ de la surface totale.

» La culture des céréales est relativement très développée dans le canton; mais l'absence d'une quantité de chaux suffisante pour neutraliser l'acidité du sol ralentit la transformation des matières organiques introduites dans le sol avec le fumier et entrave les trop fortes déperditions d'azote.

» La terre cultivée ne s'appauvrit pas en matières organiques. Dans les terres de la commune de Renac, on a dosé les matières humiques à l'aide du procédé Raulin. On a constaté que dans les vieilles terres la proportion d'humus n'est pas inférieure à celle que l'on rencontre dans les sols de landes et dans les défrichements récents; on peut le constater à l'aide des nombres suivants, qui se rapportent à 1000 parties en poids :

	Minima.	Moyennes.	Maxima.
Terres de landes ou bois	14,2	23,7	29,3
Défrichements de 3 à 20 ans	25,6	39,0	48,0
Prairies	33,7	41,8	53,3
Vieilles terres	21,3	34,2	45,7
Terres réputées bonnes	23,5	32,7	39,8

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les tiges debout, les souches et racines de Cordaites.* Note de M. **Grand'Eury**.

« Je crois avoir montré, dans mes Communications précédentes, que les Cryptogames vasculaires du terrain houiller, par les diverses circonstances qui accompagnent le gisement de leurs tiges enracinées, d'accord avec l'ampleur de pousse des racines et leurs tissus lacuneux, se plaisaient à vivre dans les eaux mortes ou courantes des bassins de dépôt. Nous allons voir qu'il en était de même des *Cordaïtes*, et que ces arbres ligneux autrefois considérés par cela même comme les témoins d'une végétation de terre ferme, ne se sont peut-être, comme les Cyprès chauves dans le Dismal-Swamp, nulle part mieux développés que lorsque leur pied restait constamment submergé dans les bas niveaux des marais houillers.

» Dans l'étage stéphanien où abondent les Cordaïtes, et des graines aussi nombreuses que variées, il se rencontre aussi beaucoup de tiges debout et souches ligneuses enracinées que leur structure rattache en majorité à ces plantes.

» Généralement converties en houille, ces tiges et souches sont représentées par une masse importante de charbon affectant la forme de rondins plus ou moins aplatis et déformés. Les petites racines se distinguent facilement de toutes les autres par la nature tubéreuse de leur surface.

» Ces bases de tiges étant très variées, il est difficile, pour ne pas dire impossible, de démêler les types génériques des modifications dues à l'influence du milieu.

» Trois dispositions se font toutefois remarquer : 1° celle où les racines principales sont étalées au même niveau; 2° celle où, très nombreuses, elles sont superposées; 3° celle où elles sont étagées.

» 1° Dans le cas le plus simple, les tiges enracinées de Cordaïtes se partagent ou se résolvent en bas en un nombre très variable de grosses racines principales de 1^m à $2^m,50$ de longueur; ces racines, d'abord étalées, s'enfoncent à l'extrémité; elles se subdivisent en plan, et, en coupe, on les voit se fixer au sol par des racines sensiblement plus petites plongeantes ramifiées.

» Dans les grès où les menus débris de plantes ont été détruits, les racines de dernier ordre de Cordaïtes, tout au moins leurs extrémités et les radicelles, font constamment défaut.

» Mais dans les schistes à pâte fine favorable à leur conservation, les plus petites racines sont intactes. Le système souterrain des Cordaïtes mis entièrement à nu, on voit les extrémités des racines principales et les racines secondaires plongeantes produire des racines de troisième ordre moins inclinées, qui se divisent à leur tour en s'étalant de plus en plus, pour se terminer finalement par des racines très grêles, munies de chaque côté de radicelles latérales horizontales très rapprochées. Les dernières ramifications très nombreuses étant complètes et régulièrement arrangées, repoussent toute idée de charriage. Au surplus, ces racines ligneuses ont, en poussant dans la roche, perforé nettement les feuilles et écorces couchées qu'elles ont rencontrées sur leur passage; les schistes avec empreintes végétales en sont en quelque façon cousus, si bien qu'il ne saurait subsister aucun doute que les arbres auxquels elles appartiennent n'aient vécu à la place où l'on en retrouve aujourd'hui les souches.

» Il est très probable que la base de ces arbres s'est développée dans l'eau au fond de laquelle s'étalait à découvert l'origine des racines principales, car, outre l'absence de racines ascendantes, les tiges penchent souvent du même côté dès la base, quelques-unes sont renversées, les racines arrachées; elles manquent souvent et même de la souche il n'est parfois resté que les extrémités des racines principales et les racines secondaires. Évidemment, dans ces deux derniers cas, la tige seule ou avec elle la partie non enterrée des racines principales ont été arrachées et emportées par les eaux. Le fait est que l'on retrouve échouées dans les grès quelques-unes de ces tiges avec racines ainsi mutilées et incomplètes.

» Sur les argiles, dans lesquelles les racines de Cordaïtes ont, comme celles du Sapin, évité autant que possible de pénétrer, elles sont étalées et ramifiées principalement par côté. Cette disposition particulière de racines ligneuses expalmées est encore plus marquée lorsque la souche repose directement sur la houille; dans ce cas, comme aucune racine ne pénètre dans le charbon, on pourrait être tenté d'admettre que ladite souche n'est pas à l'endroit natal, si l'analogie n'invitait à faire rentrer ce cas dans le précédent.

» 2° Il existe des tiges ligneuses dressées dont, au contraire, les racines sont très inclinées, naissant de l'axe à différentes hauteurs. Mais ce qui distingue surtout les souches ligneuses de la seconde catégorie, c'est le nombre considérable de leurs racines superposées autour de la base de la tige; elles sont étalées, longues, quoique faibles, très ramifiées; les radicelles en sont déliées.

» Dans les schistes argileux, il n'est pas difficile de constater que, seules, les racines inférieures ont poussé dans la roche, les racines supérieures, diversement déplacées les unes par rapport aux autres, paraissent avoir flotté librement au fond de l'eau. Sous ce rapport, les Cordaïtes auraient-elles donc végété dans les marais houillers à la manière des Cyprès chauves de la Louisiane, dont presque toutes les racines poussent hors du sol dans les eaux tranquilles du Dismal-Swamp ?

» Dans certains cas analogues de racines superposées, il semble que les supérieures ont poussé après l'envasement des inférieures pour les remplacer ; leur développement serait alors inséparable et contemporain du dépôt des schistes.

» Si les Cordaïtes ont réellement vécu sur les aires de dépôt, comme tant d'autres plantes houillères, on en doit trouver parfois les branches, feuilles et graines stratifiées au pied de ces arbres enracinés. Et effectivement cette cohabitation n'est pas rare. Le meilleur exemple que j'en puisse citer est celui d'une forêt fossile de Poacordaïtes représentée par une quantité considérable de ces feuilles rubanées et de branches et rameaux feuillus gisant dans le plus étroit rapport de dépendance avec de nombreuses petites tiges ligneuses debout, enracinées, assez différentes de celles des Cordaïtes.

» Elles s'en distinguent par un grand nombre de petites racines plus courtes, inclinées, superposées, rapprochées, très ramifiées et terminées par des radicelles très diffuses.

» 3° Le troisième groupe de tiges ligneuses enracinées est caractérisé par des racines ligneuses étagées formant de faux verticilles distants de $0^{m},30$ à 1^{m} autour de ces tiges. Les racines sont horizontales, assez longues et peu ramifiées. Le tout paraît avoir poussé dans le sol. Les rayons médullaires du bois sont d'ailleurs moins simples que ceux du Dadoxylon, et les souches dont il s'agit ne sauraient être une modification de celles des Cordaïtes.

» D'autres genres de racines ligneuses se révèlent dans les forêts fossiles : il y en a à tiges pivotantes ; de petites tiges sont, au contraire, élevées sur racines très inclinées, etc. ; et l'on peut dire que la diversité des arbres ligneux enracinés ne le cède pas à celle des feuilles de Gymnospermes et même des graines fossiles les plus communes et répandues du terrain houiller supérieur de Saint-Étienne. »

M. **Moissan** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Le fluor et ses composés ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de Sir *Edward Frankland*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Suess	obtient	29 suffrages
M. Hooker	»	18 »
M. Agassiz	»	1 »
M. Schiaparelli	»	1 »

M. **Suess**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **de Camas** soumet au jugement de l'Académie un « Essai de théorie dynamique ondulatoire ».

(Renvoyé à l'examen d'une Commission formée de MM. Boussinesq, Sarrau, Poincaré, de Lapparent.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Histoire en quatre Volumes de l'Académie royale des Sciences de Berlin, par M. *Adolf Harnack*;

2° Un Ouvrage ayant pour titre : « Cinquantenaire de la Société de Biologie », Volume jubilaire publié par la Société. (Présenté par M. Bouchard.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une relation entre la théorie des groupes continus et les équations différentielles à points critiques fixes.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Je voudrais indiquer dans cette Note un théorème relatif aux *groupes continus finis*, théorème qui établit une relation intéressante entre la théorie de ces groupes et les *équations différentielles à points critiques fixes*.

» Soient $(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1})$ les coordonnées d'un point de l'espace à $(n+1)$ dimensions, et soit

$$(S) \qquad S(y_1, \ldots, y_{n+1}, x) = 0$$

une surface algébrique de cet espace, dépendant ou non du paramètre x. Soit, d'autre part,

$$(G) \qquad y_i = R_i(Y_1, \ldots, Y_{n+1}, x, a, b, \ldots, l) \qquad [i = 1, 2, \ldots (n+1)]$$

un groupe continu fini de transformations birationnelles de S, groupe qui dépend analytiquement de x [1]. Le théorème que j'ai en vue s'énonce ainsi :

» *Les coefficients des fractions rationnelles* R_i *en* $Y_1, \ldots, Y_{n+1}$ *sont des fonctions de* x *dont toutes les singularités (non polaires) sont fixes* (indépendantes des paramètres $a, b, \ldots, l$ du groupe G).

» En particulier, la surface S peut se réduire au plan $y_{n+1} = 0$, et le groupe G est alors un groupe de transformations de Cremona de l'espace à n dimensions.

» Plus généralement, considérons un groupe continu fini de transformations *algébriques* dans l'espace à n dimensions, soit

$$(G') \qquad y_i = \rho_i(Y_1, \ldots, Y_n, x, a, b, \ldots, l), \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

groupe qui dépend analytiquement de x. *Les fonctions* ρ_i, *regardées comme fonctions de* x, *n'ont comme points singuliers non algébriques que des points fixes, et elles n'acquièrent, autour de leurs points critiques mobiles, qu'un nombre fini de valeurs.*

» Considérons maintenant un système quelconque de n équations diffé-

---

[1] J'entends par là que, pour chaque valeur de x, les équations G définissent un groupe de paramètres $a, b, \ldots, l$.

rentielles du premier ordre :

$$(1) \qquad \frac{dy_i}{dx} = f_i(y_1, \ldots, y_n, x), \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

et supposons que ce système admette le groupe de transformations (G) : *si ce groupe est transitif, le système* (1) *a ses points critiques fixes.*

» Si G est *intransitif* et transforme un point donné en une multiplicité à $(n-q)$ dimensions, le système (1) peut être remplacé par un système différentiel d'ordre $(n-q)$ à points critiques fixes, dont les coefficients dépendent d'une équation différentielle d'ordre q.

» Un théorème analogue s'applique si le système (1) admet le groupe (G′). Lorsque le groupe (G′) est *transitif, le système* (1) *se ramène algebriquement à un système de même ordre à points critiques fixes.*

» M. Picard a déjà considéré le cas où le système (1) admet un groupe transitif (G) de transformations de Cremona *indépendantes de x*. Le théorème énoncé sur le système (1) est alors intuitif, mais [si (1) est algébrique] l'intégrale générale de (1) renferme ses constantes *algébriquement*, et se ramène par suite algébriquement aux transcendantes définies par les équations linéaires ou aux fonctions abéliennes dont les arguments sont remplacés par des quadratures en x. En est-il encore ainsi quand les transformations (G) renferment x? On serait tenté de le croire : il n'en est rien.

» La chose est vraie toutefois *pour le premier ordre :* si une équation $F(y', y, x) = 0$, algébrique en y', y, admet un groupe (G) ou (G′), son intégrale $y(x)$ ne prend qu'un nombre fini de valeurs autour des points critiques mobiles et, par suite, dépend algébriquement de la constante. Inversement d'ailleurs, si l'intégrale de l'équation $F = 0$ n'acquiert qu'un nombre fini de branches autour des points critiques mobiles, l'équation ou bien s'intègre algébriquement ou bien admet un groupe (G′).

» Ces deux propositions cessent, l'une et l'autre, d'être exactes dès que l'ordre différentiel dépasse l'unité. Il existe, notamment, *des équations différentielles du second ordre, algébriques par rapport à tous leurs éléments, qui admettent un groupe transitif* (G) *et dont l'intégrale est une fonction transcendante des deux constantes* (*de quelque manière qu'on les choisisse*). Considérons, par exemple, l'équation connue du second ordre que vérifie la fonction $y = \mathrm{sn}(C_1\omega_1 + C_2\omega_2)$; $x = k^2$ est le module de la fonction sn, et $\omega_1(x)$, $\omega_2(x)$ sont les demi-périodes de sn; C_1 et C_2 désignent deux constantes arbitraires. La fonction $y(x)$ ainsi définie a ses points critiques fixes, et j'ai montré qu'elle renferme *les deux* constantes sous forme essen-

tiellement transcendante : d'autre part, l'équation différentielle simple que vérifie $y(x)$ admet le groupe transitif

$$y = \frac{Y \operatorname{cn}_x \operatorname{dn}_x(a\omega_1 + b\omega_2) + \sqrt{(1-Y^2)(1-xY^2)} \operatorname{sn}_x(a\omega_1 + b\omega_2)}{1 - x \operatorname{sn}_x^2(a\omega_1 + b\omega_2) Y^2},$$

groupe de transformations birationnelles de la courbe (du plan des y, z) : $z^2 = (1-y^2)(1-xy^2)$.

» Le théorème énoncé dans cette Note permet donc de *former des systèmes* (1) *à points critiques fixes dont l'intégrale est une fonction essentiellement transcendante de toutes les constantes*. Comme types de tels systèmes (d'ordre quelconque), je citerai *les équations différentielles algébriques* (*faciles à former*) *que vérifient les fonctions abéliennes* (*ou dégénérescences*) *regardées comme fonctions d'un quelconque de leurs modules*.

» Tout système (1) qui admet un groupe transitif (G) ou (G′) peut d'ailleurs s'intégrer à l'aide d'une équation différentielle linéaire : j'entends que *la recherche de ses intégrales premières se ramène* (*d'une façon plus ou moins compliquée*) *à l'intégration d'une équation linéaire ordinaire*. Il en est encore ainsi si, au lieu d'un groupe G′, on considère un groupe

$$(G'') \quad y_i = \rho_i(Y_1, \ldots, Y_n, X, a, b, \ldots, l), \quad (i = 1, 2, \ldots, n), \quad x = \varphi(X, a, b, \ldots, l),$$

$\varphi(X)$ étant quelconque : mais (lors même que les ρ_i sont rationnels en $Y_1, \ldots, Y_n$) le système (1) n'a plus alors en général ses points critiques fixes. L'exemple des équations dont l'intégrale générale est de la forme $y = \chi\left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)$ suffit à le montrer.

» On peut observer toutefois que, si j est le nombre des constantes distinctes qui figure dans la transformation $x = \varphi(X)$, *j est au plus égal à* 3. L'intégration de (1) se ramène algébriquement à l'intégration d'un système d'ordre $(n-j)$ *à points critiques fixes*, dont les coefficients dépendent d'une équation différentielle d'ordre j.

» Je terminerai par une dernière remarque : si les transformations de (G) sont non pas birationnelles, mais *biuniformes, les coefficients de ces transformations sont des fonctions de x à points critiques fixes, mais qui peuvent admettre des singularités essentielles mobiles*. Quand un système (1) admet un groupe transitif (G) de transformations *biuniformes*, c'est donc un système à points critiques fixes. »

MÉCANIQUE. — *Sur la fonction* S *introduite par M. Appell dans les équations de la Dynamique*. Note de M. A. DE SAINT-GERMAIN, présentée par M. Appell.

« On sait que M. Appell a récemment (*Journal de Mathématiques*, 1900) obtenu les équations générales de la Dynamique sous une forme qui convient à plusieurs problèmes auxquels ne s'appliquent pas les équations de Lagrange. Les équations de M. Appell s'établissent par une analyse très directe, sans artifices de calcul. Il sera commode de donner un nom à la fonction S qui y figure : je pense que le nom d'*énergie des accélérations* conviendrait parfaitement, par analogie avec le nom d'*énergie cinétique* ou *énergie de vitesses* donné à la demi-force vive T [1].

» Cette énergie des accélérations possède une propriété analogue à celle de la force vive qu'exprime le théorème de Kœnig. Quand le système considéré est solide, on peut se demander, comme l'a fait Ph. Gilbert pour la force vive, quels sont les points A qui partagent la propriété du centre de gravité, c'est-à-dire tels que l'énergie des accélérations pour le solide soit égale à l'énergie d'accélération d'une masse égale à la masse du solide et concentrée au point A, cette énergie étant augmentée de l'énergie des accélérations qui correspondrait au mouvement relatif par rapport à des axes de directions invariables issus du point A. Par le centre de gravité menons trois axes rectangulaires Gx, Gy, Gz, le dernier parallèle à l'axe de la rotation instantanée ω; soient u, v, w les composantes de l'accélération du point G; p', q', r' celles de l'accélération angulaire : le lieu du point A est défini par l'équation suivante, où n'entrent ni masse, ni moments d'inertie,

$$\left(\omega^2 x + r'y - q'z - \frac{u}{2}\right)^2 + \left(\omega^2 y + p'z - r'x - \frac{v}{2}\right)^2 + \left(q'x - p'y - \frac{w}{2}\right)^2 = \frac{u^2+v^2+w^2}{4};$$

c'est un ellipsoïde homothétique aux ellipsoïdes sur lesquels l'accélération a une grandeur donnée; le centre de gravité et celui des accélérations sont aux extrémités d'un de ses diamètres. Quand p' et q' sont nuls, le lieu devient un cylindre de révolution. »

---

[1] Comparez avec HERTZ, *Œuvres complètes*, t. III, p. 84-85.

OPTIQUE. — *Microscope solaire simplifié et perfectionné*. Note de M. A. **Deschamps**, présentée par M. Marey.

« La simplification, dans ce nouveau microscope solaire, porte, tout d'abord, sur la manœuvre du miroir tournant. Le miroir est mû, sans pignons ni engrenages, à l'aide d'une manette et d'un fil métallique. La manette produit le mouvement de gauche à droite ou réciproquement; le fil métallique, attaché au sommet du miroir, le relève ou l'abaisse, et, traversant un disque de caoutchouc enfermé dans un petit cylindre de cuivre, est mis en mouvement ou arrêté avec une extrême précision. A l'aide de ce système l'opérateur le plus novice est, après quelques minutes d'exercice, absolument maître de la direction du rayon solaire, qu'il maintient aisément et porte instantanément à volonté sur un point quelconque de l'écran.

» L'objectif est, d'autre part, mis au point avec précision sans le secours de vis micrométrique, le diaphragme est fixé à l'objectif et ne forme pas une pièce séparée. Enfin toutes les pièces mobiles sont supportées sur une seule règle où elles glissent, ou sont immobilisées à l'aide de vis de pression. Toutes conditions qui rendent éminemment simple et facile la manœuvre de l'appareil.

» Le perfectionnement a surtout pour effet l'élimination de la chaleur nuisible. Cette élimination s'effectue sans cuve à eau ou à solution d'alun, par une simple disposition de lentilles.

» Tout d'abord le condensateur est choisi de diamètre suffisant pour qu'il donne suffisamment de lumière, tout en n'emmagasinant pas un excès nuisible de calorique.

» Le focus est remplacé par un système de deux lentilles non achromatiques de distance focale égale et séparées l'une de l'autre par cette même distance. Ce système est placé par rapport au condensateur en un point tel que, premièrement, il se forme, non un foyer précis où se concentrent les rayons, mais un long foyer sur le trajet duquel ne se trouve aucun point où converge dans sa totalité le rayon lumineux.

Il se produit, en second lieu (et c'est là la cause principale d'élimination), un effet de dispersion et de recomposition partielle; l'ensemble des lentilles faisant office de prisme, et comme les rayons de l'infra-rouge, rayons chauds, sont les moins réfrangibles, ils se maintiennent à la périphérie et

sont rejetés en dehors de la ligne où se trouve l'objet. On place celui-ci au delà du cône violet, en un espace où se recomposent des lumières blanches légèrement teintées de bleu, de vert, de couleur dorée, teintes qui n'en diminuent ni l'intensité ni l'éclat.

» Un animalcule vivant peut être examiné, étudié à loisir sans perdre la vie ni même souffrir sensiblement. Le grossissement dépasse qninze cents diamètres sans que la netteté soit diminuée, tant sont parfaitement achromatiques les lentilles des objectifs. Les résultats obtenus à l'aide de cet instrument ne sont inférieurs en rien, au point de vue de la perfection des images, à ce que donnent les meilleurs appareils employés jusqu'à ce jour. »

OPTIQUE. — *Télémicroscope*. Note de M. A. **Deschamps**, présentée par M. Marey.

« Le télémicroscope (microscope à longue portée) est ainsi dénommé parce que, tandis que les loupes grossissent à peine trois ou quatre fois à 1^{cm} de distance, que pour obtenir un grossissement supérieur il faut diminuer encore cette distance déjà bien peu considérable, il donne, à 25^{cm}, une amplification supérieure à douze diamètres. D'où la facilité d'observer les insectes sans les effrayer, les violenter, les forcer à sortir de leurs habitudes, de saisir en un mot leur vie, leurs mœurs sur le fait. Précieux avantage pour les études entomologiques. Le même instrument permettant, grâce à son large champ et à la propriété que lui donne son objectif de voir avec clarté plusieurs plans à la fois, d'embrasser d'un regard une plante entière sans qu'aucun détail échappe à l'observateur, sera non moins utile au botaniste. La variété, la magnificence ou la grâce des spectacles qu'il permet de contempler en font, de plus, une source de jouissances aussi délicieuses qu'élevées.

» Outre son pouvoir amplifiant à distance et la faculté d'embrasser d'un même regard plusieurs plans, cet instrument produit encore un effet extraordinaire de relief. Cet effet est comparable à celui du stéréoscope. Enfin il est, comme longue-vue, supérieur aux meilleures jumelles. D'une part, en effet, son pouvoir amplifiant est plus grand; la longueur des tirages, lorsqu'on regarde au loin, est peu considérable, mais ce qui le met hors de pair, c'est l'admirable netteté des images dans leurs plus minimes détails.

» Le télémicroscope n'est, au fond, qu'une longue-vue d'un genre spécial. Son objectif est composé de deux lentilles achromatiques séparées

par une distance moindre que la distance focale principale de la plus convergente, et qui, dès lors, agissent comme une seule. L'achromatisme est augmenté par cette disposition ; de là vient la pureté des images. L'objectif est celui de Dollond, à quatre verres plans convexes. Le verre d'œil a été choisi aussi convergent que possible afin d'augmenter le grossissement et l'étendue du champ sans nuire à la netteté. »

PHYSIQUE. — *Sur une expérience de M. Jaumann.* Note de M. P. Villard [1], présentée par M. J. Violle.

« Dans une Note parue en 1896 [2], M. Jaumann fait connaître des phénomènes assez surprenants qu'il a observés dans un tube à rayons cathodiques plongé dans l'huile ; ce tube était muni d'une cathode intérieure et d'une anode extérieure ; le vide était tel qu'une différence de potentiel de 9000 volts seulement, fournie par une machine statique, suffisait à le faire fonctionner. Dans ces conditions l'approche rapide d'un bâton de verre électrisé *repoussait* le faisceau et la plage fluorescente correspondante, puis au bout d'un temps variant de $0^s,2$ à une seconde, le faisceau reprenait sa position initiale. Ce retour à la direction primitive a été attribué par l'auteur à une propriété particulière suivant laquelle les rayons, qui d'après lui, suivent les lignes de force, chargeraient le tube de telle sorte que celles-ci tendent à rester rectilignes (Selbstreckung).

» Ces résultats étant en désaccord avec l'hypothèse aujourd'hui admise, j'ai cru devoir répéter ces expériences. Il m'a été impossible d'obtenir la déviation des rayons dans le sens opposé à celui que prévoit la théorie. Le corps électrisé approché rapidement de l'ampoule était soit l'une des deux pièces d'un électrophore, soit, pour plus de certitude, un plateau métallique relié à l'un des pôles de la machine. Dans ces conditions j'ai toujours observé la répulsion par une charge négative, l'attraction par une charge positive.

» Je suis, toutefois, d'accord avec M. Jaumann sur le fait que la déviation est passagère ; mais la cause du phénomène me paraît devoir être cherchée ailleurs que dans l'intérieur de l'ampoule ; comme le fait remarquer l'auteur lui-même, cette ampoule était entourée d'huile ordinaire, *bien*

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 988 ; 1896.

peu isolante. Si l'on se reporte au travail de M. Bouty (1) sur la conductivité des gaz raréfiés, on voit que les diélectriques, tels que l'huile, constituent, pour des charges statiques, des écrans aussi parfaits que le mercure. L'expérience de M. Jaumann s'interprète dès lors d'une manière très simple : si l'on approche rapidement un corps électrisé, l'huile qui entoure l'ampoule étant un très mauvais conducteur, la distribution électrique ne s'y fait pas assez vite pour annuler le champ variable produit, et le faisceau cathodique est dévié. Mais aussitôt que le corps agissant est en repos, l'équilibre s'établit et, l'huile faisant écran, le faisceau revient à sa direction primitive.

» A titre de vérification, j'ai remplacé l'ampoule par un vase de verre paraffiné intérieurement et renfermant un conducteur relié à un électroscope par un fil protégé. Si l'on approche rapidement un corps électrisé, le conducteur est influencé au travers de l'huile et les feuilles d'or divergent. Dès que le corps influençant est immobile, les feuilles se rapprochent, et reviennent au zéro précisément dans le temps indiqué par M. Jaumann pour la manifestation de la Selbstreckung; de nouveau, elles divergent passagèrement quand on éloigne le corps électrisé. Le phénomène en question est donc bien dû à la présence de l'huile et non à une propriété particulière des rayons cathodiques. »

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement du radium*. Note de M. P. **Villard** (2), présentée par M. J. Violle.

« M. et Mme Curie ayant eu l'obligeance de mettre à ma disposition un échantillon de radium beaucoup plus actif que celui dont je disposais, j'ai entrepris avec cette matière une série d'expériences relatives au passage des rayons déviables au travers des obstacles. Ainsi que je l'ai indiqué précédemment, la principale difficulté de cette étude résulte de ce que des rayons non déviables à l'aimant sont transmis en même temps que les autres; j'ai donc étudié, en premier lieu, la puissance de pénétration des deux rayonnements.

» Les rayons émanés de la source traversent une fente large pratiquée

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 153; 1899. — *Journal de Physique*, 3e série, p. 13; 1900.

(2) Travail fait au Laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

dans une barre de plomb et arrivent suivant une incidence presque rasante sur deux plaques photographiques superposées, enveloppées d'un double papier noir épais, et placées dans un champ magnétique. La première plaque enregistre ainsi les trajectoires des rayons qui ont traversé le tube de verre contenant le radium, et le papier noir : la plaque sous-jacente ne reçoit que les rayons qui ont traversé la première, sous une obliquité qui va en croissant d'un bout à l'autre de la plaque.

» Dans ces conditions, le cliché supérieur donne la trace de deux faisceaux distincts : l'un dévié et étalé ; l'autre, plus faible, absolument rectiligne et net sur ses deux bords.

» Sur le cliché inférieur, un seul des faisceaux est visible : c'est le faisceau non déviable. L'impression produite par lui est aussi intense que sur la première plaque et aussi nette : elle est même plus visible parce que l'épreuve est moins voilée. Or, l'épaisseur de verre traversée à l'extrémité la plus éloignée de la source est supérieure à 1^{cm}.

» En exagérant la durée de pose, on arrive à obtenir une très faible trace du faisceau déviable.

» Si l'on pose une bande de plomb de $0^{mm},3$, à plat sur la plaque supérieure, la trajectoire du faisceau déviable est supprimée dans toute la largeur de la bande, les rayons non déviables étant seulement affaiblis. On distingue ainsi les deux trajectoires dans la région où elles se superposent en partie.

» Ainsi les rayons X émis par le radium ont une puissance de pénétration beaucoup plus considérable que les rayons déviables : c'est l'analogue de ce qui a lieu avec les tubes de Crookes. Une épaisseur de verre de 1^{cm}, ou même un peu inférieure, arrête pratiquement les rayons déviables et affaiblit fort peu les autres. On comprend dès lors que, si le rayonnement total traverse des écrans successifs, les premiers produiront une absorption d'autant plus apparente qu'au point de vue photographique les rayons cathodiques paraissent être les plus actifs ; mais à partir du moment où ceux-ci auront disparu, l'absorption par les écrans suivants affaiblira fort peu le reste du rayonnement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Luminescence des gaz raréfiés autour d'un fil métallique communiquant à l'un des pôles d'une bobine de Ruhmkorff.* Note de M. J. **Borgman**, présentée par M. Lippmann.

« Un fil métallique non couvert d'une couche isolante s'entoure, comme on le sait, d'une auréole lumineuse, quand il fait partie du circuit d'un

Ruhmkorff et que ce circuit contient un excitateur à étincelle ou un tube de Crookes. Outre cette auréole on remarque encore de petites étoiles lumineuses, assez vives, placées à des distances presque égales tout le long du fil. Pour étudier de plus près ces phénomènes lumineux j'ai entrepris, avec l'assistance de M. Petrowsky, quelques expériences sur des fils métalliques tendus suivant l'axe de longs tubes en verre, à différents degrés de raréfaction des gaz contenus dans ces tubes.

» Je me suis servi d'un certain nombre de tubes, longs de 50^{cm} à 120^{cm}, ayant un diamètre de 3^{cm} à 6^{cm}. Suivant l'axe de chaque tube était soudé un fil en platine, d'un diamètre de $0^{mm},1$. Les bouts du fil traversaient le verre et étaient entourés de petits tubes, contenant du mercure. J'employais encore un tube long de 100^{cm} d'un diamètre de 4^{cm}, suivant l'axe duquel était soudé un tube en verre de petit diamètre à parois minces; ce tube pouvait être rempli de mercure ou d'eau acidulée. L'un des deux bouts du fil ou de la colonne liquide restait isolé, l'autre communiquait à l'aide d'un fil métallique très fin à un pôle d'un Ruhmkorff, dont l'autre pôle était mis à la terre. Le caractère des phénomènes restait le même dans tous les tubes. Ces phénomènes étaient les suivants :

» 1° Quand on actionnait le Ruhmkorff on voyait immédiatement se former une auréole lumineuse tout le long du fil. A mesure qu'on raréfiait l'air dans le tube la lueur de l'auréole devenait moins vive, mais les points lumineux devenaient de plus en plus nets. A une certaine raréfaction, on voyait se former autour de chaque point une assez mince couche de gaz faiblement lumineuse, normale au fil et occupant une partie de la section du tube. Quand on diminue encore la pression du gaz ces couches transversales de gaz lumineux croissent en dimensions; leur nombre, ainsi que le nombre des étoiles posées dans leurs centres, augmente. Enfin ils se confondent dans une masse lumineuse qui occupe tout l'intérieur du tube, mais qui présente encore une structure stratifiée. Les points lumineux, ainsi que les couches transversales de gaz lumineux, paraissent également dans les deux cas quand le fil communique au pôle positif ou quand il communique au pôle négatif.

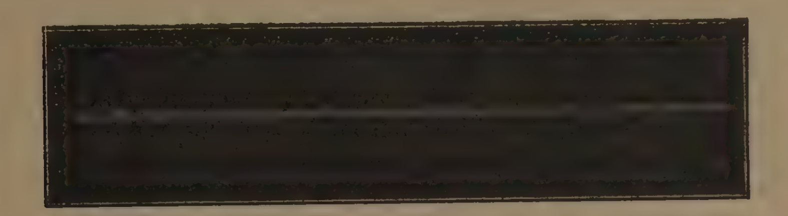
» Les phénomènes deviennent beaucoup plus intéressants quand aux pôles du Ruhmkorff est branché un circuit parallèle contenant un excitateur à étincelle dont les boules sont à une petite distance l'une de l'autre. En changeant la longueur des étincelles, je pouvais modifier à volonté le maximum du potentiel au pôle. De plus pour pouvoir changer le potentiel au bout du fil j'intercalais entre ce fil et le pôle un condensateur à plateaux parallèles et à distance variable.

» 2° Quand la longueur des étincelles ne dépasse pas 3^{mm}, et quand le bout du fil communique au pôle *négatif* du Ruhmkorff, le fil est entouré d'une auréole lumineuse continue, qui à mesure que la raréfaction devient plus grande croît en largeur, prend une teinte pourprée et se détache du fil. A des raréfactions modérées le fil a l'air d'un gros fil lumineux, entouré d'une faible lueur nébuleuse (*fig.* 1).

» 3° En maintenant la même longueur des étincelles, mais en communiquant le bout du fil au pôle *positif*, on remarque, même aux plus faibles raréfactions, outre les points lumineux encore une lueur violette du gaz, entourant le fil. Cette lueur prend la forme de secteurs étroits et minces normaux au fil et posés tout le long du fil à des

distances presque égales. A mesure que la raréfaction devient plus grande les secteurs croissent en dimensions et se transforment enfin en disques parfaitement réguliers. Le diamètre de ces disques croît avec la longueur des étincelles dans l'excitateur et avec la diminution de la distance entre les plateaux du condensateur. On peut aisément faire occuper par ces disques toute la largeur du tube. Quand le travail de l'interrupteur du Ruhmkorff est bien régulier ces disques sont absolument immobiles.

Fig. 1



» 4° Le nombre de secteurs lumineux et puis de disques, contenus sur un décimètre du fil, diminue avec la pression, avec le potentiel au bout du fil et avec l'accroissement du diamètre du tube.

» 5° A mesure que la pression du gaz dans le tube atteint 4^{mm} à 5^{mm}, le nombre de disques diminue notablement. On observe alors comme une lutte pour l'existence entre ces disques : les uns entre eux se développent vivement, les autres commencent à s'agiter, leur éclat tantôt diminue, tantôt croît et enfin ils disparaissent. A la place de chaque disque disparu paraît entre les deux disques voisins une lueur nébuleuse ayant la forme d'un ellipsoïde de révolution dont l'axe coïncide avec le fil. (La *fig.* 2 présente la reproduction d'une photographie, exposition de 3 minutes.)

Fig. 2.



» 6° A de petites pressions les disques changent d'aspect et prennent la forme de lentilles biconcaves, violettes, régulièrement disposées et munies de moyeux d'une lueur assez vive. A mesure qu'on augmente la raréfaction l'épaisseur des lentilles, ainsi que la longueur de leurs moyeux, croît et enfin toutes les lentilles s'unissent par leurs bords et forment un brouillard lumineux, au sein duquel on remarque des espaces plus sombres d'une forme ellipsoïdale. Ces espaces disparaissent à des raréfactions très avancées.

» 7° Quand on a atteint le degré de raréfaction correspondant à l'union des bords des lentilles, l'adjonction du pôle *négatif* au fil donne naissance à un phénomène

nouveau. Dans ce cas, on remarque sur la surface intérieure du tube des anneaux phosphorescents d'une couleur vert jaunâtre. Ces anneaux sont d'abord assez minces. Ils sont disposés d'une manière régulière le long du tube et semblent se déplacer le long du tube et tourner autour de l'axe. Au centre de chaque anneau paraît un point lumineux posé sur le fil. La distance entre deux anneaux voisins reste presque constante tout le long du tube. A mesure que la raréfaction augmente l'épaisseur des anneaux phosphorescents croît et leur nombre diminue.

» 8° Si l'on approche du tube un aimant en fer à cheval de manière que son champ magnétique soit normal à l'axe du tube, on voit se former un anneau phosphorescent incliné sur l'axe du tube. Cet effet de l'aimant correspond à son influence sur la direction des rayons cathodiques, émanés radialement du fil.

» 9° A la même pression du gaz, mais quand le fil communique au pôle *positif*, l'aimant, approché du tube de manière que son axe soit parallèle à l'axe du tube, provoque l'apparition sur le côté opposé de la surface intérieure du tube de deux minces bandes d'une couleur vert jaunâtre, ayant la forme d'ailes déployées d'un oiseau.

» 10° A de moindres raréfactions l'aimant ne donne aucun effet.

» 11° A des étincelles plus grandes que 3^{mm} tous les phénomènes ont le même caractère que sans micromètre à étincelle.

» 12° A des raréfactions très avancées et à de très petites longueurs des étincelles tout l'intérieur du tube reste sombre, mais on remarque sur le fil comme des perles faiblement lumineuses, régulièrement disposées le long du tube. Le phénomène rappelle les nœuds et ventres qui se forment sur un fil vibrant.

» Je procède maintenant à l'examen de l'influence qu'ont sur ces phénomènes le nombre des interruptions du Ruhmkorff et les dimensions des tubes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'hystérésis et la viscosité des diélectriques.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« I. Un certain nombre de physiciens ont observé, dans ces dernières années, qu'un diélectrique placé dans un champ électrostatique alternatif s'échauffe et que la dissipation d'énergie ainsi produite est proportionnelle à une certaine puissance ε de la force électromotrice (efficace ou maximum); mais, tandis que pour M. Steinmetz (1), ε est constant et égal à 2, il semble résulter au contraire des recherches de M. Arno (2) que ε, égal à 1,65 (pour un champ de 1,75 unité électrostatique), est variable avec

(1) *Electrotecknische Zeitschrift*, avril 1892 (*El. Engineer* New York, mars 1892.)
(2) *Rendic. R. Acc. dei Lincei*, 16 octobre 1892, 30 avril 1893, 26 janvier 1895.

la grandeur du champ et augmente avec lui, et que, dans tous les cas, il y a lieu d'admettre l'existence d'une hystérésis diélectrique.

» En soumettant un condensateur aux variations cycliques de décharges oscillantes, M. Janet [1] a également constaté qu'à potentiel croissant les charges sont plus faibles qu'à potentiel décroissant; le retard des charges sur les différences de potentiel pouvant provenir, soit de l'*hystérésis*, soit de la *viscosité*. On sait, du reste que l'hystérésis est indépendante de la vitesse de variation du cycle et que la viscosité en dépend, au contraire, essentiellement, car elle s'oppose d'autant moins à l'établissement de la valeur définitive correspondante à la grandeur et au sens de l'action exercée que les variations de celle-ci sont plus lentes. On peut aussi invoquer la théorie des *conductions intérieures* de Hess [2]; dans cet ordre d'idées, comme dans le cas de la viscosité, l'énergie dégradée augmente avec la fréquence du courant alternatif et devient nulle pour des variations cycliques lentes; cela résulte des recherches d'Eister [3] qui a constaté, en outre, que l'énergie est proportionnelle au carré de la force électromotrice. MM. A. Porter et Morris [4] ont également conclu à l'absence d'hystérésis (pour la paraffine) en opérant avec un cycle lentement parcouru (cinq minutes).

» Je suis arrivé à la même conclusion dans les recherches dont j'expose à l'Académie les principaux résultats.

» II. Un condensateur à diélectrine a une armature maintenue constamment au potentiel zéro, tandis que l'autre est en relation avec un contact mobile, susceptible de glisser *d'une façon continue* le long d'une colonne liquide (solution de SO^4Cu) contenue dans une gouttière creusée dans un bloc d'ébonite; le milieu de la colonne est au sol et les extrémités A et B sont portées à des potentiels égaux et de signes contraires $+V$ et $-V$; soit a la position du contact mobile qui correspond à un potentiel $+v$ peu différent de $\frac{1}{2}V$; on peut charger le condensateur sous une différence de potentiel $+v$ par un déplacement uniforme : 1° de durée t du contact mobile le long du trajet Oa; 2° ou de durée $3t$ le long du trajet $OaAa$; 3° ou de durée $9t$, le long du trajet $OaAaOBOa$.

» On décharge chaque fois le condensateur dans un balistique et l'on

---

(1) *Comptes rendus*, 26 décembre 1892, t. CXVI, p. 373.

(2) *Lumière électrique*, 26 novembre et 10 décembre 1892, t. XLVI.

(3) *Electrotecknische Zeitschrift*, 15 juin 1895.

(4) *Proc. Roy. Soc.*, t. LVII, p. 469, 1895; *The Electrician*, 12 avril 1895.

note les déviations différentes δ, δ′, δ″; entre chaque opération on met le condensateur en court circuit, pendant un temps suffisamment prolongé.

» Le Tableau suivant est relatif aux voltages successifs : (+4, +8, +4, o; −4, −8, −4, o; +4, +8) volts.

	T = 4ˢ	T = 10ˢ	T = 50ˢ	T = 100ˢ	T = 600ˢ
	δ.	δ.	δ.	δ.	δ.
+4ᵛ..........	+5	+ 5	+ 6	+ 6	+ 6
+8ᵛ..........	+8	+10,5	+11,5	+12	+12
+4ᵛ..........	+6	+ 7	+ 7	+ 7	+ 7
o	+2	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1
−4ᵛ..........	−3	− 5	− 5,5	− 5	− 8
−8ᵛ..........	−8	−10	−10	−11	−12
−4ᵛ..........	−6	− 6	− 7	− 6	− 8
o	−1	− 1	− 1	− 1	− 0,5
+4ᵛ..........	+4	+ 5	+ 5	+ 5	+ 6
+8ᵛ..........	+8	+10,5	+11,5	+11,5	+12

T = 10*t* représente la durée du cycle; les déviations du galvanomètre sont indiquées verticalement; la mesure des aires des cycles (δ en ordonnées, *v* en abscisses) permet, après un tarage du galvanomètre, de calculer l'énergie W absorbée par cycle. On a opéré avec les trois cycles de voltage suivants :

I. (− 8, − 4, o, + 4, + 8) volts

II. (− 18, − 10, o, + 10, + 18) volts

III. (− 27, − 15, o, + 15, + 27) volts

et obtenu les valeurs ci-dessous pour W :

	I. $V_{max} = +8$.		II. $V_{max} = +18$.		III. $V_{max} = +27$.	
T = 4ˢ.........	1,408.10⁻⁸ joules		7,04.10⁻⁸ joules		»	
T = 10ˢ.........	1,506	»	5,33	»	10,69.10⁻⁸ joules	
T = 50ˢ.........	0,968	»	4,78	»	9,306	»
T = 100ˢ.........	0,880	»	4,09	»	7,37	»
T = 150ˢ.........	0,875	»	3,45	»	5,61	»
T = 300ˢ.........	»	»	»	»	4,95	»
T = 600ˢ.........	0,440	»	»	»	»	»

» On constate que, pour des durées de plus en plus grandes, W tend verso ; pour T = 15 minutes, l'aire du cycle est nulle.

» On peut essayer, pour représenter les résultats, une formule de la

forme

(1) $$W = aV^{\varepsilon}.$$

» On calcule a et ε pour deux valeurs W_I et W_{III} relatives à une vitesse de variation du cycle, et l'on calcule ensuite W_{II} que l'on compare avec W_{II} observé. Voici les résultats de cette comparaison ;

$T = 150^s$	$\varepsilon = 1,52$	$a = 0,0372$	$W_{II}^{calc.} = 3,015$	$W_{obs.}^{II} - W_{calc.}^{II} = +0,43$
$T = 100^s$	$\varepsilon = 1,74$	$a = 0,0237$	$W_{calc.}^{II} = 3,62$	$W_{obs.}^{II} - W_{calc.}^{II} = +0,47$
$T = 50^s$	$\varepsilon = 1,86$	$a = 0,0197$	$W_{calc.}^{II} = 4,27$	$W_{obs.}^{II} - W_{calc.}^{II} = +0,51$

» Il est visible que la relation (1) ne s'applique pas, l'écart pouvant atteindre 12 pour 100 environ. Il faut donc conclure que les diélectriques ne présentent pas le phénomène de l'hystérésis, mais sont seulement doués de viscosité. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le samarium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le samarium, préparé par la méthode des nitrates doubles magnésiens que j'ai antérieurement décrite (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1019; 1900), peut s'obtenir dans un état de pureté comparable à celui des corps usuels les mieux définis. Les propriétés de ses composés, qu'ils proviennent des premières ou des dernières portions du fractionnement, sont absolument identiques, tant sous le rapport des spectres d'absorption que des spectres de lignes qui, comparés raie à raie par leurs photographies, n'ont présenté absolument aucune variation.

» Dans cette séparation les portions intermédiaires entre le néodyme et le samarium ont été réduites à moins d'une vingtaine de grammes du sel double, alors que les parties séparées pesaient plusieurs kilogrammes. Les oxydes contenus dans ces parties intermédiaires ne donnaient que les spectres superposés du samarium et du néodyme. Il ne paraît donc pas exister, en quantité bien sensible du moins, d'élément intermédiaire entre les deux précédents. D'autre part, les propriétés très constantes du samarium me paraissent établir (vu les très nombreux fractionnements auxquels il a été soumis) que c'est bien un corps simple comparable aux autres éléments les mieux définis et non un mélange.

» L'oxyde de samarium se présente sous l'aspect d'une poudre presque

blanche à reflets un peu jaunes surtout dans la masse, et montre au spectroscope, dans le spectre de la lumière réfléchie, les bandes principales du bleu des sels de samarium. Cette couleur jaunâtre ne change pas par réduction dans un courant de gaz. Elle n'est pas due à des traces de terbine, qui est tout à fait absente. Les sels de samarium, d'un jaune orangé en solution un peu concentrée, m'ont donné, sous l'épaisseur de 13^{mm} environ en solution azotique très acide à 20 pour 100 d'oxyde, les bandes suivantes, qui coïncident d'ailleurs sensiblement avec celles qu'a déjà données M. Lecoq de Boisbaudran :

λ du milieu.	Observations.
559..........	Faible, étroite.
529..........	Très faible, étroite.
498..........	Assez faible, presque étroite.
476..........	Forte, large, diffuse.
463..........	Très forte, assez large.
453..........	Très faible, étroite.
443..........	Assez notable, très large et diffuse.
417..........	Très forte, assez large.
407..........	Faible, assez étroite, rejoignant la suivante.
402..........	Très forte, assez large.
390..........	Faible, très large et diffuse.
375..........	Forte, assez large.
362..........	Forte, large.

» Je n'ai vu aucune autre bande même sous une épaisseur presque décuple.

» Le spectre de lignes présente un très grand nombre de raies dont très peu sont bien caractéristiques. Je n'ai pas encore terminé le calcul de ce spectre.

» Le spectre de renversement du samarium présente un assez grand intérêt. On sait que les spectres de renversement découverts par M. Lecoq de Boisbaudran ne sont, en somme, que des spectres de fluorescence des solutions sous l'influence de l'étincelle négative, et qu'à ce titre ils offrent une très grande analogie avec les spectres de fluorescence dans le vide découverts par M. Crookes. Cet illustre savant a établi que, pour les mélanges contenant de la samarine, le spectre de la fluorescence électrique était composé de trois bandes principales, plus une quatrième, dite *raie anomale*, dont les variations inexpliquées lui ont fait soupçonner, à un moment, un nouvel élément, sans qu'il ait jamais, que je sache, conclu bien positivement en aucun sens,

» De même le spectre de renversement du samarium a donné à M. de Boisbaudran trois bandes principales, plus une quatrième variable suivant diverses circonstances et qui lui a inspiré les mêmes réflexions que la raie anomale à M. Crookes. Une cinquième plus faible, assez variable, se voit encore. Ces bandes ont pour λ approximatif de leur milieu : 643,5, 614,4 (variable étendue jusque vers 623,3), 602,8 et 595,7 (deux maxima), 560,6, 535,4 plus faible que les précédentes et variable aussi.

» Mon samarium ne m'a donné au renversement, tant en solution chlorhydrique qu'azotique, que les trois bandes suivantes, plus intenses dans la solution chlorhydrique : 644, large; 600, milieu de la principale bande qui s'étend en se dégradant de 610 environ à 593 à peu près, où elle se termine plus vite et qui présente deux maxima lumineux vers 604 et 595, ce dernier plus fort, et enfin 564 environ, milieu de la troisième bande qui, comme la première, est large et mal définie dans les conditions au moins où j'étais placé.

» La raie correspondant à 614,4 (Lecoq) est absolument absente avec les sels de samarium pur. On la voit dans d'autres produits sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir.

» Je n'ai pu encore m'occuper d'examiner les spectres de fluorescence dans le vide, mais leur analogie avec les précédents permet de supposer que la raie anomale aura de même disparu du spectre des combinaisons pures du samarium.

» J'ai fait quelques essais sur le poids atomique du samarium : par la synthèse du sulfate au moyen de la samarine et de l'acide sulfurique, j'ai obtenu des nombres compris entre 148 et 147,2 ($O = 16$). Mais je suis peu satisfait de cette méthode, qui me paraît présenter de graves inconvénients. J'ai fait quelques essais qui me semblent encourageants dans une autre voie. Toutefois je pense que ce poids atomique doit être plus voisin de 148 que de 150, poids donné par M. Clève, car le samarium de ce savant contenait des quantités très notables de Σ et même de gadolinium qui, abstraction faite des causes d'erreur dues à la méthode (réduites sans doute au minimum entre les mains d'un aussi habile expérimentateur) devaient hausser le poids atomique du samarium.

» L'azotate de samarium et de magnésium

$$Sm(AzO^3)^3 3Mg(AzO^3)^2, 24H^2O,$$

sel jaune pâle, cristallisant en gros rhomboèdres, fond entre 94°,5 et 93°,5. L'azotate simple, $Sm(AzO^3)^3 6H^2O$, sel en gros cristaux jaune orangé, fond

à 78°-79°. Ce point de fusion est difficile à déterminer. Le sel est très hygroscopique. La température indiquée ici est celle de la disparition des dernières particules cristallines dans une masse fondue de quelques grammes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons des iodures métalliques avec l'anhydride sulfureux.* Note de M. **E. Péchard** [1], présentée par M. Troost.

« Si l'on fait arriver du gaz sulfureux dans une dissolution d'iodure de potassium, la liqueur prend une teinte jaune pouvant aller jusqu'à l'orangé si la dissolution est concentrée. Cette coloration n'est pas due, comme on pourrait le croire tout d'abord, à la présence de l'iode dissous dans l'iodure de potassium. L'empois d'amidon, la benzine, l'éther ne décèlent pas en effet la moindre trace d'iode libre dans la dissolution.

» L'iodure de potassium solide et soigneusement desséché absorbe également de grandes quantités de gaz sulfureux sec et prend une teinte orangée sans mise en liberté d'iode.

» Le sel solide et la dissolution qui ont ainsi absorbé du gaz sulfureux perdent ce dernier sous l'action de la chaleur.

» On se trouve donc en présence d'une combinaison dissociable de l'iodure de potassium et du gaz sulfureux, combinaison pouvant s'effectuer avec les corps secs ou en présence de l'eau.

» J'ai commencé l'étude de ce composé en déterminant ses tensions de dissociation à différentes températures. Pour cela, j'ai fait absorber du gaz sulfureux sec par de l'iodure de potassium bien desséché et placé dans un tube de verre horizontal refroidi à 0°. Ce tube communiquait au moyen d'un robinet à trois voies avec un manomètre à mercure et une trompe à mercure.

» A 0°, l'absorption du gaz se fait très rapidement et l'on voit l'iodure de potassium jaunir par tranches successives dans le tube de verre. L'absorption terminée, le tube est séparé à la lampe de l'appareil producteur du gaz.

» On observe immédiatement qu'à 0° il s'établit une tension de dissociation qui se reproduit rapidement quand on enlève du gaz à l'aide de la

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

trompe; une demi-heure suffit pour que l'équilibre s'établisse. Les nombres suivants représentent les tensions évaluées en centimètres de mercure :

0°..............................	60
10..............................	93
20..............................	146
30..............................	238

» Si l'on passe de 30° à 0°, la tension décroît rapidement pour se fixer à 60^{cm}. Cette étude des tensions de dissociation montre nettement que le gaz sulfureux se combine à l'iodure de potassium et permet de faire l'analyse de cette combinaison en opérant de la façon suivante :

» De l'iodure de potassium bien sec et pulvérisé est placé dans un tube de verre portant sur le côté un tube abducteur et maintenu à $-20°$. Par l'orifice du tube on fait arriver un courant de gaz sulfureux sec qui se liquéfie rapidement à cette température. En ayant soin d'agiter de temps en temps le tube, le sel se dissout bientôt dans le gaz liquéfié qui prend une couleur rouge foncé. Le tube est alors fermé à la lampe et maintenu à 0° et le tube abducteur plongé dans une cuve à mercure. La tension de vapeur de l'anhydride sulfureux étant à 0° de $116^{cm},5$, le gaz en excès s'échappe sans que la combinaison, qui à cette température a une tension de 60^{cm}, puisse se détruire. Quand le gaz a cessé de se dégager, on ferme à la lampe le tube abducteur, et l'on a un espace clos renfermant la combinaison dont on veut faire l'analyse.

» Il suffit alors de peser ce tube plein, puis ouvert et porté à 100° pour avoir le poids du gaz sulfureux. Une dernière pesée du tube vide donne le poids de l'iodure de potassium.

» Dans deux expériences, on a trouvé les nombres suivants :

	I.	II.	Calculé pour 100.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
SO^2.......	0,6328	0,5423	27,8	28	28,2
KI........	1,627	1,38	72,2	72	71,8
			100,0	100	100,0

» Ces nombres conduisent à la formule SO^2KI.

» D'autres iodures solubles donnent naissance à des combinaisons analogues ainsi que je l'ai constaté pour les sels de sodium, d'ammonium, de baryum et de calcium.

» L'iodure d'argent absorbe également le gaz sulfureux et prend une teinte brique; dans ce cas, les tensions s'établissent avec une grande lenteur.

» L'acide iodhydrique se combine également au gaz sulfureux en don-

nant une dissolution jaune orangé exempte d'iode libre. Ces combinaisons sont particulières aux iodures, car les chlorures et les bromures ne présentent rien d'analogue.

» Cette étude montre donc l'existence de combinaisons dissociables des iodures métalliques ainsi que de l'acide iodhydrique avec l'anhydride sulfureux. Quels sont les iodures qui présentent ce caractère, comment se comportent ces combinaisons en présence de l'eau? La solution de ces questions fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les gaz émis par les sources du Mont-Dore.* Note de MM. **F. Parmentier** et **A. Hurion**, présentée par M. Troost.

« La plupart des sources minérales exploitées dans la région du Centre émettent des gaz très riches en acide carbonique. Certaines sources, comme la source Eugénie de Royat, rejettent de l'acide carbonique pur entièrement absorbable par la potasse, à la condition de recueillir ce gaz à la source même.

» Au Mont-Dore il n'en est pas ainsi. Quand après avoir recueilli les gaz qui s'échappent de ces sources on essaie de les absorber par la potasse il reste un résidu faible, il est vrai, mais très sensible.

» 100^{cc} laissent un résidu de $0^{cc},5$ dont les propriétés négatives sont celles de l'azote ou de ses congénères.

» Nous avons recueilli ce dernier gaz de la façon suivante :

» Dans de grands flacons préalablement remplis avec les gaz des sources nous avons introduit de la potasse caustique, puis de l'eau des sources, de façon à n'avoir aucune trace de gaz autre que ceux des sources. Nous avons purgé ces flacons avec le gaz des sources et nous n'avons recueilli le résidu qu'après en avoir laissé perdre des quantités assez grandes. Le gaz ainsi recueilli ne renferme pas de traces d'oxygène. Nous l'avons transporté dans notre laboratoire dans les flacons qui avaient servi à le recueillir et qui avaient été bouchés sous l'eau minérale, au moyen d'une cuve à eau contenant de l'eau minérale. Ces flacons ont été ouverts sur la cuve à mercure et la rentrée du mercure nous a montré qu'il n'était pas rentré d'air. Après dessiccation au moyen de potasse nous avons examiné ce gaz dans des tubes de Plucker à électrodes de magnésium. Nous avons observé d'abord le spectre de l'azote, puis le spectre bleu de l'argon et enfin le spectre rouge de ce gaz.

» Le même gaz, chauffé dans des cloches courbes avec du magnésium, nous a laissé un résidu de 2 pour 100. Ce résidu, introduit dans des tubes de Plucker, nous a immédiatement donné les raies caractéristiques de l'argon, d'abord le spectre bleu, puis le spectre rouge. Nous n'avons pu trouver ni les raies du crypton, ni celles du néon ou de l'hélium. Nous avons déterminé les raies caractéristiques de l'argon avec un spectroscope gradué en longueurs d'onde et avec un réseau.

» La composition des gaz émis par les sources du Mont-Dore est donc la suivante :

Acide carbonique	99,50
Azote	0,49
Argon	0,01
Total	100

» Quand on fait barboter ce gaz dans de l'eau distillée pendant un temps assez long, on constate que cette eau, évaporée dans le vide en présence d'acide sulfurique, laisse un faible résidu salin, en majeure partie formé de silice, de bromures et de chlorures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Bromuration par le bromure d'aluminium.* Note de M. Ch. Pouret [1].

« En faisant réagir le bromure d'aluminium sur les dérivés chlorés CCl^4, C^2Cl^4, C^2Cl^6, Gustavson [2] a obtenu les dérivés bromés correspondants CBr^4, C^2Br^4, C^2Br^6. L'opération se faisait soit dans un ballon soit en tubes scellés; dans ce dernier cas, le rendement a atteint 90 et même 92 pour 100.

» Par l'action de l'aluminium en poudre sur ces mêmes chlorures en présence de brome, l'auteur a, dans tous les cas, obtenu C^2Br^6 avec des résines.

» Il y avait tout lieu de se demander si cette méthode n'était pas susceptible de généralisation, tel est le but des recherches que je poursuis.

» *Préparation du bromoforme.* — On verse par une ampoule à brome le chloroforme sur le bromure d'aluminium pulvérisé placé dans un ballon surmonté d'un

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Haller.

(2) Gustavson, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, p. 322, et t. XXXVI, p. 556,

réfrigérant ascendant. La double décomposition s'opère, mais il faut chauffer pendant quelque temps vers la fin de l'opération. En opérant en tubes scellés à 100° le rendement atteint 75 pour 100. Chose remarquable, je n'ai jamais obtenu les dérivés chlorobromés intermédiaires.

» *Préparation du bromure de méthylène.* — On opère d'une façon identique et l'on obtient ainsi un liquide bouillant à 98°-99° auquel l'analyse et le poids moléculaire attribuent la formule CH^2Br^2.

» *Préparation du bromure de méthyle.* — Dans un tube de verre légèrement incliné, en communication avec un réfrigérant pénétrant lui-même dans un ballon muni d'un tube latéral et plongeant dans la glace, j'ai introduit le bromure d'aluminium, puis j'ai fait passer le courant de CH^3Cl. Bientôt le CH^3Br coula, tenant en dissolution du $AlBr^3$. L'opération terminée, j'ai mis, par la soudure latérale, le ballon en communication avec un ballon semblable et énergiquement refroidi, puis j'ai fait arriver de l'eau dans le premier; le CH^3Br a distillé pur dans le second.

» *Préparation du bromure d'éthyle.* — Dans un matras de Wurtz, j'ai introduit deux ampoules à chlorure d'éthyle et du bromure d'aluminium pulvérisé en quantité théorique. Le matras scellé, j'ai cassé les ampoules par agitation, la réaction est vive, Le liquide lavé donne un corps bouillant à 38°-39°; c'est du C^2H^5Br, l'analyse et le poids moléculaire le confirment.

» *Préparation du bromure d'éthylène.* — Ici j'ai fait tomber le bromure pulvérisé par très petites portions, dans le chlorure d'éthylène contenu dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant. Il ne faut pas laisser la température s'élever surtout vers la fin de l'opération, car on tombe alors sur la réaction de M. Mouneyrat [1]. Après le traitement indiqué, j'ai obtenu un corps bouillant à 130°-131°, l'analyse et le poids moléculaires vérifient que l'on a bien le $C^2H^4Br^2$.

» *Préparation du bromure d'éthylidène.* — J'ai opéré d'une façon absolument identique à la précédente, le corps bout à 113°.

» *Préparation du bromure d'acétylène.* — Je suis parti du chlorure d'acétylène obtenu sans danger par la méthode de M. Mouneyrat, et j'ai suivi le même mode opératoire en laissant la température s'élever un peu plus : il bout vers 120° sous 18^{mm}.

» *Préparation du pentabrométhane.* — J'ai encore opéré de même, mais j'ai été ici obligé de répéter plusieurs fois l'opération. Il fond à 51°-52°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers monochloracétiques sur l'acétylacétone sodée* [2]. Note de M. F. MARCH.

« M. Bischoff [3], se basant sur la propriété que possèdent les corps ayant un groupement CH^2 compris entre deux CO, de réagir avec les com-

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XIX, p. 258.

(2) Travail fait au laboratoire de M. Haller, à la Sorbonne.

(3) BISCHOFF, *D. chem. Ges.*, t. XXIX, p. 966.

posés halogénés des carbures saturés, a étudié l'action de l'éther monochloracétique, soit sur l'éther acétylacétique, soit sur l'éther malonique sodés. Il a obtenu ainsi l'éther acétylsuccinique et l'éther éthényltricarballylique. MM. Haller et Barthe [1] ont fait réagir l'éther monochloracétique sur l'éther cyanacétique sodé et ont obtenu un mélange d'éthers cyanosuccinique et cyanotricarballylique.

» Nous avons trouvé que l'acétylacétone sodée réagit de même avec l'éther monochloracétique.

» β-β-*diacétylpropionate d'éthyle.* — On chauffe une molécule d'acétylacétone sodée avec une molécule de monochloracétate d'éthyle, au bain d'huile, avec réfrigérant à reflux, à 150°, pendant huit heures environ, jusqu'à réaction neutre au tournesol. Le précipité formé est constitué par du chlorure de sodium. Le tout est repris par l'eau distillée et épuisé à l'éther. Après rectification dans le vide, on obtient finalement un liquide passant à 146°-147° sous 24^{mm}. L'analyse de ce corps conduit à la formule

$$\begin{matrix} CH^3 - CO \\ CH^3 - CO \end{matrix} \Big> CH - CH^2 - COOC^2H^5$$

et la réaction qui lui a donné naissance est la suivante :

$$CH^3 - CO - CHNa - CO - CH^3 + CH^2Cl - COOC^2H^5$$
$$= NaCl + \begin{matrix} CH^3 - CO \\ CH^3 - CO \end{matrix} \Big> CH - CH^2 - COOC^2H^5.$$

» C'est un liquide jaune, insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther. Le diacétylpropionate d'éthyle, en solution dans l'alcool, donne avec l'acétate de cuivre un précipité gris analogue à celui que fournit l'acétylacétone.

» β-β-*diacétylpropionate de méthyle.* — Cet éther a été obtenu en opérant de la même façon que pour le diacétylpropionate d'éthyle. Après rectification dans le vide, on a finalement un liquide presque incolore bouillant à 130°-132° sous 24^{mm}. L'analyse de ce corps a donné des nombres qui conduisent à la formule

$$\begin{matrix} CH^3 - CO \\ CH^3 - CO \end{matrix} \Big> CH - CH^2 - COOCH^3.$$

» Ce liquide est soluble en toutes proportions dans l'alcool éthylique, l'alcool méthylique, l'éther; insoluble dans l'eau.

» *Phényldiméthylpyrazoléthanoate d'éthyle.* — Le diacétylpropionate d'éthyle, par ses fonctions cétones, peut se combiner avec la phénylhydrazine et se comporte comme l'acétylacétone elle-même. Il donne une hydrazone qui se transforme immédia-

---

(1) Haller et Barthe, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1413.

tement en pyrazol en perdant H^2O, d'après la réaction :

$$\begin{matrix} CH^3-CO \\ CH^3-CO \end{matrix}\!\!>CH-CH^2-COOC^2H^5+C^6H^5AzH-AzH^2$$

$$=2H^2O+C^6H^5-Az\!\!<\!\!\begin{matrix} Az=C-CH^3 \\ \overset{|}{C}=\overset{|}{C}-CH^2-COOC^2H^5 \\ \underset{CH^3}{|} \end{matrix}$$

» 15gr de diacétylpropionate d'éthyle, en solution dans l'alcool, ont été traités par 11gr,4 de chlorhydrate de phénylhydrazine, en présence d'un excès d'acétate de soude. L'huile rouge obtenue, dissoute dans l'éther, fournit des cristaux qui, purifiés et analysés, ont conduit au composé $C^{15}H^{18}Az^2O^2$, phényldiméthylpyrazoléthanoate d'éthyle. Il se présente sous forme de beaux cristaux incolores, fondant à 88°, solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, insolubles dans l'eau.

» Nous continuons l'étude de cette réaction et nous proposons de faire agir d'autres éthers halogénés sur l'acétylacétone sodée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthylidène sur les phénols.* Note de MM. **R. Fosse** et **J. Ettlinger** [1].

« *Acétal de l'orthocrésol :* $CH^3-CH\!\!<\!\!\begin{matrix} O-C^6H^4-CH^3 \\ O-C^6H^4-CH^3 \end{matrix}$. — Éthène-ortho-dioxydicrésyle dissymétrique.

» On a obtenu ce corps en chauffant en tubes clos à 120° une molécule de chlorure d'éthylidène, deux molécules de potasse, deux molécules d'orthocrésol. Le produit de la réaction a été agité avec un alcali et la partie insoluble extraite par l'éther. Après avoir séché et chassé ce dernier on a rectifié dans le vide et recueilli ce qui passe de 180°-185° sous 27mm. Dans une autre opération on a pris la portion bouillant de 173°-175° vers 16mm.

» L'analyse, la cryoscopie et la saponification font voir que ce corps est bien l'acétal de l'orthocrésol formé d'après l'équation :

$$CH^3-CH-Cl^2+2KOC^6H^4-CH^3=2KCl+CH^3-CH\!\!<\!\!\begin{matrix} OC^6H^4-CH^3 \\ OC^6H^4-CH^3 \end{matrix}.$$

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Haller, à la Sorbonne.

» La cryoscopie dans le benzène donne, pour le poids moléculaire, 235; la théorie exige 242.

» La saponification par l'acide sulfurique dilué de $\frac{2}{3}$ d'eau donne, d'une part, l'aldéhyde, d'autre part, l'orthocrésol.

» L'aldéhyde, sensible à l'odorat, a été caractérisé par la fuchsine décolorée par SO^2; l'orthocrésol a été reconnu facilement à son odeur, à sa coloration par le chlorure ferrique.

» L'acétal de l'orthocrésol est un liquide huileux, incolore, insoluble dans l'eau et les alcalis, soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène. Plongé dans du chlorure de méthyle liquide, il se solidifie en une masse blanche fondant vers + 12°.

» *Acétal du paracrésol :* $CH^3 - CH\begin{cases} O - C^6H^4 - CH^3 \\ O - C^6H^4 - CH^3 \end{cases}$. — Éthène-paradioxydicrésyle dissymétrique.

» On l'a obtenu comme le corps précédent en chauffant en tube clos à 120° les quantités théoriques de paracrésol, de potasse et de chlorure d'éthylidène. La partie insoluble dans les alcalis a été recueillie au moyen de l'éther. On a fractionné dans le vide et pris la portion bouillant à 200°-204° sous 22^{mm}.

» L'analyse, la cryoscopie et la saponification démontrent que le corps obtenu est l'acétal du paracrésol.

» La cryoscopie dans le benzène donne pour poids moléculaire 226; la théorie exige 242.

» La saponification par l'acide sulfurique dilué donne de l'aldéhyde caractérisé comme précédemment et du paracrésol facile à reconnaître à l'odorat et à l'action sur le chlorure ferrique.

» C'est un liquide huileux, incolore, insoluble dans l'eau et les alcalis, soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène, à odeur aromatique. Il se solidifie sous l'influence du chlorure de méthyle en une masse blanche fondant de +15° à +17°.

» *Action du chlorure d'éthylidène sur la résorcine :*

» Dans l'espoir d'obtenir l'acétal de la résorcine de formule $CH^3 - CH\left\langle \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \right\rangle C^6H^4$, nous avons traité en tube clos, à 120°, 1 molécule de résorcine, 2 molécules de potasse, 1 molécule de chlorure d'éthylidène. Le produit de la réaction est une poudre jaune serin insoluble dans l'eau, soluble dans les alcalis. Ce corps est identique à celui obtenu par M. Causse par l'action de l'aldéhyde éthylique sur la résorcine en présence d'une faible quantité d'acide. En effet, il se décompose sans fondre à 300° comme le corps de M. Causse, l'acétate obtenu par l'action de l'anhydride acétique présente le point de fusion 285° au lieu de 282, de plus l'analyse nous a donné la même teneur en carbone.

» M. Causse représente ce corps par la formule suivante

$$CH^3 - CH\begin{cases} OC^6H^4 - OH \\ OC^6H^4 - OH \end{cases}.$$

» L'acide sulfurique dilué n'a pas saponifié ce corps en aldéhyde et en résorcine, ni à la température d'ébullition ni en tube clos à 130°. On obtient une matière rouge foncé qui a d'ailleurs été signalée par M. Causse. Il est possible que sous l'influence de l'acide le $(CH)'''$ se fixe au noyau. En chauffant ce corps en tube clos avec une lessive alcaline, M. Causse a obtenu de la résorcine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence de la tyrosine dans les eaux des puits contaminés.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Nous avons montré ([1]) que les eaux des puits contaminés de la Guillotière et des Brotteaux, à Lyon, contenaient de la cystine et donnaient avec le chloromercurate de paradiazobenzène-sulfonate de sodium une coloration jaune orangé. En examinant avec le même réactif les eaux des puits de la partie de Lyon comprise entre la Saône et le Rhône, aussi bien que celles de la colline de Saint-Just, nous avons constaté que l'on obtenait une coloration jaune parfois accompagnée d'une légère teinte orangée. Ces eaux, qui contiennent peu ou point de cystine, présentent des phénomènes singuliers que nous avons observés au commencement de février. En quelques jours l'une d'elles, prélevée à la pompe de la rue de Savoie, est devenue impropre à la boisson.

» *Propriétés générales.* — L'eau est trouble, de couleur noirâtre, d'odeur hépatique prononcée; par le repos, elle abandonne un précipité noir floconneux; elle contient de l'ammoniaque, des traces d'acide sulfurique, des traces également de nitrites et nitrates, de l'acide acétique. L'essai au chloromercurate fournit une teinte jaune, sans mélange d'orangé, ce qui exclut la présence de la cystine que nous n'avons pu mettre en évidence par la méthode indiquée. Si l'on rapproche tous ces faits et si l'on remarque que groupés ils répondent aux éléments mêmes de la cystine, on peut considérer l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque et l'acide acétique, comme les produits de dédoublement de ce composé. Cette destruction s'observe surtout en hiver, lorsque la température des puits est suffisamment abaissée. L'eau versée dans un vase à fond plat, sous une épaisseur de quelques centimètres, et exposée à l'air à la température de 30°, perd l'odeur hépatique et le précipité noir disparaît; en moins de quarante-

---

([1]) *Comptes rendus*, février, mars 1900.

huit heures, elle est devenue *inodore* et *limpide;* la proportion d'acide sulfurique a augmenté, aussi bien que celle des nitrates et des nitrites, tandis que l'ammoniaque a disparu progressivement.

» Malgré ces métamorphoses, le réactif au chloromercurate n'accuse à aucun moment la présence de la cystine ; on obtient une teinte jaune d'autant plus intense que l'eau est plus claire, c'est-à-dire que la fermentation est plus complète.

» Conservée dans un flacon fermé, la surface de l'eau se recouvre d'un voile qui tombe au bout de quelques jours, l'odeur hépatique persiste et le sulfure de fer ne se dissout pas ; mais si le flacon est ouvert et à une température de 30°, les phénomènes d'oxydation signalés plus haut se reproduisent. La destruction de la cystine est donc suivie, la température aidant, d'une fermentation oxydante, et c'est à la suite de cette seconde fermentation que l'on trouve la tyrosine dans les eaux.

» *Extraction de la tyrosine.* — Nous avons employé deux procédés : l'un fondé sur l'insolubilité de la combinaison mercurielle, il fournit la tyrosine sous forme de tyrosinate double de mercure et de calcium ; le second, sur l'insolubilité du tyrosinate de baryum. Tous les sels de mercure ne conviennent pas pour la précipitation. Un mélange d'azotate et d'azotite de mercure, tel qu'il existe dans le réactif de Millon, donne de bons résultats, à condition qu'il soit neutre, ce que l'on réalise de la manière suivante : à 100^{cc} de ce réactif on ajoute 400^{cc} d'une solution saturée de nitrate de potasse ; dans ce mélange chaud on introduit de l'oxyde mercurique jusqu'à refus, et l'on obtient une liqueur qui ne contient plus d'acide nitrique libre. Le réactif étant préparé, à 25^{lit} d'eau on ajoute 250^{cc} de ce réactif ; il donne un précipité jaune abondant ; lorsqu'il est réuni, on décante l'eau, on lave le dépôt et on le traite ensuite par 100^{cc} d'acide acétique au $\frac{1}{5}$ à la chaleur du bain-marie bouillant. On laisse reposer, on décante le liquide encore chaud, et le résidu est soumis à un second traitement semblable. Il reste une substance cristalline, de couleur grenat, représentant la combinaison double de mercure et de calcium ; elle est lavée et séchée. A l'analyse, elle a donné les nombres suivants calculés pour 100 :

$$C : 35,8; \quad Az : 4,9; \quad CaO : 10;$$

le calcul pour la formule $C^{18}H^{18}Az^2O^3CaHg$ conduit aux pourcentages suivants, très voisins des précédents :

$$C : 36,1; \quad Az : 4,68; \quad CaO : 9,3 \text{ pour } 100.$$

» *Procédé barytique.* — Le précipité blanc qui prend naissance lorsqu'on traite l'eau par un excès d'eau de baryte, est, après dépôt complet, séparé, lavé à l'eau distillée et épuisé à chaud par l'acide acétique étendu ; on obtient un résidu cristallin, formé par le tyrosinate de baryum, mélangé de sulfate du même métal. L'analyse de ce composé a été faite en déterminant le rapport du carbone à l'azote.

» Les dosages du carbone et de l'azote, pratiqués sur 1^{gr} de matière, ont donné $C = 0,0468$ et $Az = 0,006$, le rapport $\frac{C}{Az} = \frac{0,0468}{0,006}$ soit $\frac{7,6}{1}$; le même rapport calculé pour la tyrosine $C^9H^{11}AzO^3$ donne $\frac{7,7}{1}$.

» *Réactions.* — Le sel de mercure, distillé sur la chaux sodée, donne de la *benzine*.

Le sel de baryum, traité par l'acide sulfurique, en présence de l'alcool, cède à ce dernier de la tyrosine; en même temps, il prend une teinte rouge, observée récemment par M. Denigès, teinte qui résiste à la décoloration par le charbon même à chaud; l'évaporation de l'alcool abandonne la tyrosine avec ses formes cristallines caractéristiques. La réaction de Piria s'effectue facilement avec le produit extrait par l'alcool.

» L'ensemble des faits qui viennent d'être énumérés montre que les eaux contaminées, colorées en jaune par le chloromercurate de paradiazobenzène-sulfonate de sodium, renferment de la tyrosine. La circonstance que l'intensité de la coloration augmente avec la disparition de l'ammoniaque et l'éclaircissement de l'eau prouve que cette tyrosine n'y préexistait pas. Elle apparaît, en effet, à la suite d'une oxydation énergique qui porte simultanément ses effets sur les éléments minéraux et organiques de l'eau. La matière organique est une substance albuminoïde que nous avons isolée à l'aide d'un réactif spécial; on la trouve particulièrement dans les eaux tyrosinées, alors qu'elles sont encore troubles; à mesure que le dépôt noir se dissout, elle devient de plus en plus difficile à mettre en évidence, et peut faire défaut dans les eaux qui donnent, même légèrement, la réaction de la cystine. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude de quelques transformations qui se produisent chez les plantes étiolées à l'obscurité* (1). Note de M. G. André.

« La plante qui germe et se développe à l'obscurité absolue présente, dans la façon dont elle essaie d'utiliser soit les matériaux organiques de sa graine, soit les matières salines qu'elle peut prendre au substratum sur lequel elle vit, des particularités intéressantes mises en évidence par de nombreux expérimentateurs, notamment par M. Godlewski et par M. Palladin. Les phénomènes de transpiration qui, normalement, règlent l'ascension de l'eau et celle des sels que celle-ci tient en dissolution étant alors singulièrement modifiés, il m'a paru intéressant de suivre la façon dont les éléments salins se comportent vis-à-vis des différentes transformations que l'on constate chez le végétal étiolé.

» J'ai comparé, à cet effet, l'analyse initiale de la graine : 1° avec celle d'une plante développée à l'obscurité absolue pendant un certain temps, et 2° avec celle d'une plante végétant normalement à la lumière pendant le

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie organique du Collège de France.

même temps. Des graines, aussi semblables que possible, ont été semées dans deux vases contenant une bonne terre de jardin dont l'un demeure à l'obscurité, l'autre étant exposé à la lumière. Dans le Tableau ci-dessous je transcris d'une façon sommaire deux essais exécutés avec le *maïs* et le *lupin*.

	Maïs (24 mai-3 juillet 1899).			Lupin (28 juillet-5 septembre).		
	Graines.	Plantes à la lumière.	Plantes à l'obscurité.	Graines.	Plantes à la lumière.	Plantes à l'obscurité.
Poids sec de 100 unités	gr 38,53	gr 59,33	gr 22,83	gr 36,32	gr 73,64	gr 20,90
Carbone total	17,15	24,18	9,47	17,78	32,85	8,41
Azote total	0,59	0,76	0,65	2,15	2,23	1,93
Asparagine	0,25	0,35	0,41	1,51	»	6,17
Azote amidé soluble (y compris celui de l'asparagine)	0,08	0,30	0,35	1,29	»	1,73
Hydrates de carbone solubles dans l'eau (¹)	0,63	3,85	1,13	»	»	1,88 (avec la ligne suivante)
Hydrates de carbone saccharifiables (¹)	31,86	18,72	6,29	»	»	
Cellulose (¹)	1,15	14,66	4,05	2,11	»	2,71
Cendres totales	0,67	9,10	3,17	1,19	7,20	1,92
SiO^2	0,0077	2,89	0,24	0,05	1,28	0,74
CaO	0,0034	0,92	0,33	0,12	0,95	0,14
PO^4H^3	0,47	1,02	0,44	0,58	1,00	0,56
K^2O	0,11	2,58	0,72	0,46	3,15	0,40

» I. On voit, dans les deux essais ci-dessus, qne le *carbone* total des plantes étiolées ne représente que la moitié environ de celui qui était contenu dans la graine. L'*azote* total n'a pas changé. Cependant, il est plus faible chez le lupin étiolé que celui de la graine initiale, ce qui doit être mis, dans ce dernier cas, sur le compte d'un commencement de putréfaction souvent difficile à éviter. Les deux plantes étiolées contiennent des quantités très différentes d'asparagine, bien que la durée de l'expérience ait été sensiblement la même. Alors que le lupin étiolé en renferme 29,52 pour 100 de la matière sèche, soit 6gr,17 dans 100 pieds secs étiolés, le maïs n'en renferme que 1,81 pour 100, soit 0gr,41 dans 100 pieds secs étiolés. Il semble donc que le maïs a utilisé au fur et à mesure l'asparagine à la régénération de nouveaux albuminoïdes. L'azote amidé soluble (y compris celui de l'asparagine) est beaucoup moins abondant dans le maïs étiolé, où il représente seulement un peu plus de la moitié de

(¹) Calculés à partir de la matière sèche privée de ses substances grasses.

l'azote total, que dans le lupin, où il représente environ les $\frac{9}{10}$ de cet azote. Cette façon différente dont se comporte l'azote peut se comprendre si l'on examine ce qui se passe du côté des hydrates de carbone 1° solubles dans l'eau, et 2° saccharifiables par les acides étendus. Leur provision est considérable dans le maïs étiolé, elle s'élève à 4,99 pour 100 de la matière sèche dans le premier cas et à 27,56 dans le second, chiffres voisins de ceux qu'elle atteint dans la plante venue normalement à la lumière, alors que, dans le lupin, ainsi que je l'ai reconnu par de nombreux essais, les hydrates de carbone de la plante étiolée sont en beaucoup plus faible quantité, le quart seulement environ dans l'exemple ci-dessus. La régénération des albuminoïdes au moyen de l'asparagine et de ses hydrates de carbone doit donc être plus facile chez la première plante que chez la seconde. Le maïs étiolé transforme également en *cellulose* une partie de ses hydrates de carbone solubles; en effet, chez cette plante la cellulose représente seulement 2,99 pour 100 de la matière sèche de la graine et 17,72 pour 100 de la plante étiolée. En tenant compte des poids absolus de 100 graines et de 100 plantes étiolées, le Tableau précédent montre mieux encore cette genèse de la cellulose. Chez le lupin, au contraire, j'ai trouvé soit un état stationnaire, soit même une diminution sur la cellulose initiale de la graine.

» II. L'examen de la *composition des cendres* suggère les remarques suivantes : le maïs et le lupin étiolés ne se comportant pas tout à fait de même. La proportion centésimale des *cendres totales* de la plante insolée est un peu plus considérable que celle de la plante étiolée (15,35 contre 13,90 pour le maïs et 9,78 contre 9,20 pour le lupin). Si l'on examine maintenant la *nature des cendres*, voici ce que l'on trouve. La *silice* est trente fois plus abondante dans la plante étiolée que dans la graine de maïs et quinze fois plus abondante dans la plante étiolée que dans la graine de lupin. La *chaux*, au contraire, cent fois plus abondante dans la plante étiolée de maïs que dans la graine initiale, n'a pas varié chez le lupin. Faut-il voir ici une relation entre cette abondance relative de la chaux chez le maïs et la transformation des hydrates de carbone solubles ou saccharifiables en cellulose insoluble dont le poids, dans cent unités sèches, est presque quatre fois plus fort que dans la graine, alors que, chez le lupin, cette formation de cellulose n'a pas eu lieu? La proportion centésimale de l'*acide phosphorique* est plus forte chez la plante étiolée que chez la plante insolée; mais, si l'on rapporte les chiffres à cent plantes sèches, on trouve que le poids de cet acide est le même dans la graine que dans la plante

étiolée. J'ai montré récemment (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 1262) que, pendant la germination normale, l'absorption de cet élément paraissait être en rapport avec celle de l'azote : or, celui-ci n'a pas varié.

» La teneur en *potasse* est la même dans le lupin étiolé que dans la graine initiale, ce que j'ai du reste vérifié dans de nombreux essais : il doit en être ainsi puisque l'absorption de la potasse est en relation avec la genèse de l'amidon. Cependant le maïs étiolé renferme une quantité de potasse notablement plus forte que celle contenue dans la graine; nous venons d'observer le même fait relativement à la chaux.

» Ainsi donc, le maïs et le lupin ne se comportent pas, pendant l'étiolement, de la même manière. L'inspection du Tableau précédent, dans lequel sont inscrits parallèlement les résultats obtenus avec les plantes étiolées et les plantes insolées, montre avec netteté sur quels éléments portent les variations tant de la matière minérale que de la matière organique. »

ZOOLOGIE. — *Blastotomie spontanée et larves jumelles chez* Petromyzon Planeri. Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les faits que je vais consigner sont particulièrement intéressants en ce que l'évolution des ébauches a pu être suivie depuis la première segmentation jusqu'à l'éclosion.

» D'une femelle de *Petromyzon* ayant déjà pondu, on tire une centaine d'œufs non éliminés et on les féconde artificiellement. Ils ne diffèrent en rien des œufs ordinaires et paraissent en parfait état.

» La division est régulière pour tous. Mais, dès le stade à 4 éléments, on remarque que, pour beaucoup, le premier sillon s'est accentué au point de partager l'ébauche en deux moitiés d'une façon plus ou moins complète. Dans les conditions normales, les deux premiers sillons, bien accusés, s'effacent progressivement à l'apparition du troisième horizontal; avec les divisions qui suivent, l'ensemble se régularise et la morula sphérique apparaît légèrement sculptée à sa surface. Une soixantaine de nos œufs se comportent ainsi; mais, pour les quarante autres, le premier sillon, loin de s'atténuer, forme une ligne de démarcation de plus en plus parfaite. L'œuf primitif aboutit donc à deux ébauches morulaires, puis blastulaires, *absolument separées*. Sur ces deux blastules apparaissent, à la même extrémité et à la face inférieure, deux blastopores normaux; et, en rapport avec chacun

d'eux, évoluent en avant les deux soulèvements épiblastiques limitant la gouttière médullaire. Les deux gastrules typiques conduisent donc à deux embryons également typiques.

» Mais le volume total des deux larves naines ne dépassera guère celui d'une larve ordinaire. Il arrive même que l'une soit sensiblement plus petite que l'autre (car la première segmentation est souvent inégale). On constate alors un retard marqué dans les différenciations successives. Ce retard, qui peut atteindre deux jours pour l'apparition du sillon médullaire, *paraît fonction de la taille*. Il s'accuse dans l'évolution ultérieure.

» On comprendra sans peine que ces matériaux curieux, dans la proportion de 40 pour 100, aient pu être isolés dès le début et soigneusement observés.

» Du reste, les autres œufs qui paraissaient normaux au début de l'évolution sont morts au stade morulaire ; et, sur les soixante, malgré les précautions prises, *un seul* est arrivé au développement complet.

» Les formations doubles ont résisté beaucoup mieux : la plupart ont montré de la façon la plus nette *les deux blastopores*. Mais quelques-unes seulement ont franchi le stade des bourrelets médullaires pour atteindre l'éclosion ; ou bien, l'une des gastrules tombant en destruction, l'autre a continué d'évoluer. Ce développement spontané *de deux larves complètes aux dépens d'un œuf unique* méritait d'être signalé, car il s'agit d'une *blastotomie originelle* dans laquelle on ne peut incriminer le mode opératoire.

» Mais les faits peuvent être compris de diverses façons. On invoquera la fusion de deux œufs, la polyspermie, etc. Le seul emploi du terme *blastotomie* implique une interprétation plus simple : des œufs qui, dans des conditions physiologiques spéciales, isolent leurs deux premiers blastomères, chacun fournissant son embryon comme dans les expériences de Schultze [1] sur la Grenouille, ou *mieux encore* dans celles de J. Loeb [2] sur les œufs d'Oursins.

» Dans tous les cas, on touche au problème des formations gémellaires et des monstres doubles. J'espère l'aborder prochainement avec un complément de résultats expérimentaux. »

---

(1) O. Schultze, *Die künstliche Erzeugung von Doppelbildungen bei Froschlarven mit Hilfe abnormer Gravitationswirkung* (*Archiv für Entw. Mechanik der Org.*, p. 269-305; 1894).

(2) J. Loeb, *Beiträge zur Entwickelungs-Mechanik der aus einem Ei entstehenden Doppelbildungen* (*Archiv f. Entw. Mech.*, p. 453; 1895).

BOTANIQUE. — *Modifications de structure observées dans les cellules subissant la fermentation propre.* Note de MM. **L. Matruchot** et **M. Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier ([1]).

« On a donné le nom de *fermentation propre* à la fermentation alcoolique qui se produit, en dehors de l'intervention de tout organisme étranger, dans les tissus sucrés des êtres vivants, placés à l'abri de l'oxygène. Nous avons reconnu que les cellules qui vivent dans ces conditions subissent des modifications de structure, qui peuvent même, dans une certaine mesure, permettre de caractériser morphologiquement le phénomène physiologique de la fermentation propre.

» Dans des recherches de ce genre, il est avant tout indispensable de se mettre à l'abri de diverses causes d'erreur et surtout de l'intervention possible de microrganismes, tels que levures ou bactéries; ces éléments étrangers pourraient, en effet, agir sur la structure des cellules étudiées, qu'ils fussent d'ailleurs capables ou non de produire eux-mêmes la fermentation alcoolique ([2]).

» Nous avons opéré sur plusieurs végétaux appartenant à des groupes très différents. Nous n'étudierons ici en détail que le cas du fruit du Potiron (*Cucurbita maxima*).

» A l'aide d'une technique particulière dans le détail de laquelle nous n'entrerons pas ici, un morceau de potiron est découpé et introduit aseptiquement dans le récipient, préalablement stérilisé, où il doit subir la fermentation propre. A ce récipient est adapté un appareil qui reçoit le gaz dégagé; le dispositif employé est tel que l'atmosphère entourant le tissu qui subit la fermentation propre reste toujours à une pression voisine de la pression atmosphérique.

» Pour juger de l'état aseptique du morceau de potiron sans recourir à des reports

---

([1]) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

([2]) Chemin faisant, et grâce au dispositif employé, nous avons, en outre, mis en évidence d'une façon indiscutable le phénomène de la fermentation propre; cette démonstration n'était peut-être pas entièrement superflue, car jusqu'à présent, ainsi que le fait très justement observer M. Duclaux (*Traité de Microbiologie*, t. III, p. 46), s'il a été fait de nombreuses expériences à ce sujet, aucune d'elles, prise isolément, n'est absolument démonstrative, et c'est seulement de leur ensemble qu'on a pu conclure à l'existence du phénomène.

ultérieurs qui pourraient être des causes d'erreur, l'échantillon est mis dès le début et reste pendant tout le cours de l'expérience en contact avec un bouillon de culture destiné à déceler la présence des organismes inférieurs. Les microrganismes à rechercher pourraient avoir été introduits par le mode opératoire ou bien se trouver naturellement dans le tissu soumis à l'expérience. Nous avons pensé mettre en évidence les uns ou les autres en nous servant d'un bouillon peptonisé ordinaire additionné d'une décoction de potiron; nous avons d'ailleurs rendu ce milieu de culture soit légèrement alcalin, soit neutre ou légèrement acide, et nous avons opéré à des températures différentes comprises entre 15° et 33°. Si des morceaux de potiron placés dans ces diverses conditions ne donnent lieu à aucun développement de microrganismes, il nous paraît difficile de ne pas admettre qu'ils soient absolument purs de tout élément étranger.

» En opérant ainsi, nous avons réussi à maintenir à l'état de pureté absolue pendant plusieurs mois les échantillons étudiés, et nous avons reconnu que les cellules subissant la fermentation propre présentent les modifications morphologiques suivantes, portant sur les différents éléments du contenu cellulaire.

» *Noyau.* — Les cellules du fruit de potiron, avant la mise en expérience, renferment un noyau à contour non régulier et sans réseau apparent; au milieu d'une multitude de fins granules de chromatine, on distingue un nombre beaucoup moins grand de granules de même nature, mais plus gros, dont quelques-uns atteignent même la taille de nucléoles.

» Dans les cellules qui fermentent, le noyau prend un contour régulier, devient sphérique, augmente de diamètre; le réseau chromatique apparaît nettement, ses mailles s'agrandissent et il se porte à la périphérie; la chromatine se condense aux nœuds de ce réseau et diminue peu à peu; finalement le noyau a l'aspect d'une grosse vésicule claire de moins en moins colorable. Pendant ces transformations les nucléoles se portent également à la périphérie du noyau et subissent la même régression que les masses de chromatine.

» *Chromoleucites.* — Les chromoleucites à l'état normal ont une structure réticulée particulièrement nette qu'on peut mettre en évidence par l'emploi de certains colorants; le pigment est localisé dans les parties les plus épaisses de ce réseau.

» L'action de la fermentation propre de la cellule se manifeste sur les chromoleucites par une condensation du réseau en masses plus ou moins volumineuses et généralement périphériques.

» *Protoplasma.* — Le protoplasma des cellules qui fermentent devient vacuolaire; il présente en outre un phénomène très caractérisé, consistant

dans l'apparition de nombreuses gouttelettes d'huile essentielle. Le diamètre de ces globules d'huile, assez constant pour un stade déterminé de la fermentation propre de la cellule, augmente avec la durée du phénomène. Ces gouttelettes réduisent l'acide osmique, sont colorables par la teinture d'alkanna et sont solubles dans l'alcool et dans l'acide acétique.

» Ces modifications, et principalement la formation des gouttelettes huileuses dans le protoplasma, semblent avoir une grande généralité : nous les avons observées dans des matériaux très divers. Grâce aux résultats nombreux et concordants de nos expériences, nous pouvons donc dès maintenant donner un criterium morphologique de la fermentation propre :

» *Toute cellule en état de fermentation propre présente :*

» 1° *Un noyau très clair;*

» 2° *De la chromatine en faible quantité et disposée à la périphérie du noyau;*

» 3° *Un protoplasma très vacuolisé;*

» 4° *De nombreuses gouttelettes d'huile essentielle formées à l'intérieur de ce protoplasma.*

» En tenant compte des faits qu'a signalés M. Wager (1) sur les levures, on pourrait peut-être étendre ce criterium à toute cellule produisant, soit à l'aide de ses propres réserves, soit aux dépens d'un liquide sucré, la fermentation alcoolique. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Les zones et les provinces botaniques de l'Afrique occidentale française* (2). Note de M. A. **Chevalier**, présentée par M. Van Tieghem.

« Par les épaisses forêts de la Casamance, de la Bagoé et de la Volta, la flore du Sénégal se rattache à la zone des forêts de la région équatoriale de

(1) Wager, *The nucleus of the Yeast-Plant* (*Ann. of Bot.*, vol. XII; déc. 1898).

(2) Ce travail est le résultat d'observations faites au cours d'une mission scientifique confiée à l'auteur par M. le général de Trentinian, alors gouverneur du Soudan français (1898-1899), et d'une autre mission d'exploration botanique au Sénégal (1899-1900) confiée à l'auteur par M. Chaudié, gouverneur général de l'Afrique occidentale française. Pendant ces deux missions, l'auteur a parcouru la brousse sur un itinéraire d'environ 8000^{km} et visité successivement le Haut-Sénégal, le moyen et le haut Niger, les anciens États de Samory et de Thiéba, le Sindou, le territoire de la Volta, la boucle du Niger, le territoire de Tombouctou, une partie du Sahel; enfin, au

l'Afrique; par les plaines sablonneuses et les dunes arides du nord, elle se lie à la flore désertique du Sahara. Entre ces deux extrêmes, la végétation présente une variété infinie d'aspects.

» En allant du nord au sud, on observe successivement :

» 1° La *zone sahélienne*, caractérisée par quelques espèces sahariennes et des espèces ligneuses peu nombreuses, de taille souvent réduite et ne formant que des taillis très peu épais. Le sol est presque partout sablonneux et nu.

» 2° La *zone soudanienne*, la plus vaste de toutes, constituée en grande partie par des plateaux de *latérite* presque nus en saison sèche et qui deviennent en hivernage (de juin à novembre) d'épaisses prairies ou des savanes formées de hautes graminées et de nombreuses légumineuses. Les arbres sont d'espèces très variées et souvent de belle taille. Ils ne forment jamais de forêts impénétrables ou même épaisses. Ils sont rarement enlacés par des lianes.

» 3° La *zone guinéenne*, constituée à proximité de la côte par des terrains bas et marécageux, souvent coupés de larges estuaires saumâtres bordés de palétuviers. Dans l'intérieur, le pays est souvent montagneux et couvert de rivières ou de ruisseaux à courant assez rapide. Les régions basses et les vallées sont généralement constituées par de hautes forêts compactes ou même impénétrables lorsque les arbres sont enlacés de lianes. Il y existe également de grandes clairières, couvertes de hautes graminées, de rizières, de champs de mil. Les régions montagneuses et les plateaux de latérite sont couverts de taillis clairs et de savanes, comme dans la zone soudanienne. Les cours d'eau sont souvent bordés d'un épais fouillis de végétaux, parmi lesquels dominent les Bambous, les *Eleis*, les *Raphia*.

» Les zones géographiques précédentes peuvent à leur tour se diviser en provinces botaniques, dont nous examinerons successivement la constitution.

I. — Zone sahélienne.

» 1° Province de Tombouctou et du Sahel.

» La végétation ligneuse est épineuse et rabougrie; les plantes herbacées ont des fruits ou des graines souvent accrochants. Elles ont de puissantes racines enfoncées

---

Sénégal, une partie du Cayor, du Baol, la curieuse région littorale des Niayes; puis une partie de la Casamance, notamment les territoires de la rive droite (Yacine, Fogny, Iton) et sur la rive gauche le pays des Floups.

profondément dans le sable et leurs tiges sont appliquées sur le sol. Le sable est parfois nu sur de grands espaces (dunes sahariennes).

» Les espèces les plus caractéristiques sont plusieurs espèces d'*Acacia*, *Poivrea aculeata*, *Cassia senna*, *Callotropis procera*, *Balsamodendron africanum*, *Salvadora persica*, le palmier doum (*Hyphene thebaïca*) très commun. Dans les endroits humides, la culture du blé, de l'orge et du dattier réussirait bien.

» 2° Province du Macina, du Kaarta et du Fouta sénégalais.

» Arbres épineux encore dominants, notamment de grands *Acacia* tels que *A. Adansoni*, *Balanites ægyptiaca*. Brousse clairsemée, couverte en hivernage de nombreuses graminées et légumineuses herbacées.

» C'est la province qui convient le mieux à l'établissement de pâturages.

II. — Zone soudanienne.

» 3° Province du Minianka, de Ségou et Bammako, de la Haute-Gambie.

» Brousse clairsemée, formée en grande partie comme arbres de deuxième grandeur par les *Bassia Parkii* et *Parkia biglobosa*. Le long des marigots, grands *Ficus*, Bambous, *Raphia vinifera* communs.

» C'est le pays des belles cultures indigènes : sorghos, panics, cotonniers, indigotiers.

» 4° Province du sud du Cayor et du Baol.

» Brousse claire, à arbres de la même essence venant rarement en colonies. Les plus remarquables sont le baobab (*Adansonia digitata*), le kailcédrat (*Kaya senegalensis*), le kada (*Acacia albida*), le néou (*Parinarium senegalense*), par places le palmier rônier (*Borassus flabelliformis*).

» La culture de l'arachide est la plus importante de cette région.

» 5° Province littorale, comprise entre le fleuve Sénégal et la Gambie.

» Sur les dunes croissent : *Chrysobalanus icaco*, des graminées et cypéracées maritimes ; dans les marais : *Phœnix senegalensis*, *Tamarix senegalensis*, des *Salicornia*, des *Suæda*, des *Ipomœa*, *Philoxerus vermicularis*.

» Au sud du Cayor commence derrière les dunes la curieuse région des *Niayes*, formée de séries de petites cuvettes d'eau douce et de vallons d'une végétation à affinités méridionales. On y trouve des colonies d'*Eleis guineensis* ombrageant parfois des fougères, puis *Zanthoxylum senegalense*, *Uvaria æthiopica*. La liane à caoutchouc (*Landolphia Heudeloti*) est assez commune.

» Cette province convient à la culture des cocotiers et les Niayes à celle des caféiers.

III. — Zone guinéenne.

» 6° Province du Pays Bobo, du nord du Kénédougou et du Ouassoulou.

» *Bassia Parkii* et *Parkia biglobosa* encore abondants. Au premier vient s'ajouter *Lophira alata,* qui en a le port et le feuillage. La liane à caoutchouc devient de plus en plus commune, mais est localisée sur les plateaux de latérite. Marigots bordés d'une épaisse végétation : palmiers, *Ficus, Urostigma,* lianes diverses.

» 7° Province du pays Mboing et du Sindou :

» Région montagneuse, très boisée dans les vallées, à brousse claire sur les hauteurs. La liane à caoutchouc est commune sur tous les terrains. Le long des marigots on trouve : *Eleis guineensis, Carapa guineensis, Pandanus candelabrum,* la liane à indigo ou Karaba (*Lonchocarpus cyanescens*). La saison des pluies commence ordinairement vers le milieu d'avril et se termine vers le milieu de novembre.

» On peut cultiver en terrains appropriés presque toutes les plantes industrielles des pays tropicaux.

» 8° Province de la Casamance :

» Sa flore est déjà celle des pays des Rivières du Sud. Le fleuve et ses bras saumâtres assez loin dans les terres sont bordés par des *Rhizophora,* des *Avicennia,* des *Conocarpus* formant un rideau de rivage épais. Derrière s'étendent tantôt des clairières marécageuses, souvent transformées en rizières, tantôt de hautes forêts dont les principales essences sont *Parinarium excelsum, Treculia africana, Tetrapleura Thonningii, Pentaclethra macrophylla,* de nombreux *Eleis guineensis,* un *Raphia* souvent associé au *Calamus secundiflorus.* L'*Eriodendron anfractuosum* est spontané et son tronc atteint parfois jusqu'à 30^m de tour. Au-dessous de la tête des arbres s'enroulent de droite à gauche des lianes appartenant surtout aux combrétacées et aux apocynacées, lianes qui vont souvent épanouir leurs fleurs et leurs feuilles à plus de 20^m de hauteur.

» C'est la province la plus propre aux cultures tropicales. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les granites et syénites quartzifères à ægyrine, arfvedsonite et ænigmattie de Madagascar.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Michel-Lévy.

« Les granites et syénites quartzifères à pyroxène et amphibole sodiques (*ægyrine, arfvedsonite, riebeckite*) étaient à peu près inconnus, il y a quelques années. Plusieurs gisements de ces roches ont été récemment trouvés

dans diverses régions, où elles se présentent avec des particularités caractéristiques. Elles n'en constituent pas moins encore des raretés pétrographiques d'un grand intérêt théorique. La découverte de roches de ce genre dans trois régions distinctes de Madagascar est donc un fait digne d'être noté. Je les ai observées parmi des collections envoyées au Muséum par divers voyageurs; elles proviennent : 1° de l'Ambongo, non loin de la côte occidentale de l'île et à environ 200^{km} au sud-sud-est de Majunga; 2° des collines dominant la baie de Passandava, sur la côte nord-ouest, au sud de Nossi-Bé; 3° du bassin du Mangoro, sur le flanc oriental du massif d'Ankaratra.

» *Ambongo*. — Ces roches m'ont été remises par M. E. Gautier; elles ont été recueillies à l'Ambohitsosy et proviennent d'un massif éruptif en contact avec les schistes métamorphiques du bassin du Sambao [1]. Le type dominant est un granite très quartzeux, riche en orthose et anorthose, associés en microperthite avec de l'albite; de grands cristaux d'ægyrine sont antérieurs ou contemporains du quartz qui moule les feldspaths. Ils présentent dans un même cristal de remarquables variations de couleur, allant du jaune pâle au vert d'herbe foncé, sans que les extinctions soient notablement distinctes dans les zones diversement colorées. Il existe une amphibole d'un vert bleuâtre en partie transformée en petites baguettes d'ægyrine.

» Beaucoup moins quartzifère est une roche à structure miarolitique dont les feldspaths, de même nature que dans les roches précédentes, sont tous automorphes. Ils sont moulés par de grands cristaux d'ægyrine vert foncé, d'arfvedsonite et enfin d'*œnigmatite* d'un brun sombre, très pléochroïque, possédant les mêmes propriétés que le minéral du Groenland. Une quantité variable de quartz achève localement le remplissage des vides miarolitiques.

» La syénite quartzifère de l'Ambohitsosy est la première roche dans laquelle, à ma connaissance, l'œnigmatite ait été trouvée comme élément essentiel.

» *Baie de Passandava*. — Je dois les échantillons de cette région à M. Villiaume; le type syénite y domine, les roches très quartzifères à faciès granitique paraissent constituer l'exception. La structure de ces roches est tantôt franchement grenue (surtout dans les syénites pauvres en quartz) ou miarolitique, avec automorphisme constant des feldspaths qui, là encore, sont constitués par des microperthites d'orthose, d'anorthose et d'albite. L'ægyrine est associée d'une façon presque constante à des amphiboles bleues du groupe de l'arfvedsonite; quand ces deux minéraux se présentent en grands cristaux atteignant parfois quelques centimètres, ils englobent pœcili-

---

(1) Voir la carte géologique publiée par M. E. Gautier dans son *Atlas de l'Ambongo*. Les autres roches éruptives de l'Ambongo sont sans intérêt pétrographique (granites, granulites normales, basaltes, labradorites, andésites, etc). Il y a lieu toutefois de faire une exception pour le massif de gabbro de Fonjay, qui présente un type remarquable de *troctolite*, roche blanche à aspect de calcaire marmoréen, qui est essentiellement constituée par de l'anorthite avec un peu d'olivine.

tiquement un très grand nombre de cristaux nets de feldspath; cette structure est déjà visible à l'œil nu. Ces roches contiennent du zircon, un peu de sphène, d'apatite, de *pyrochlore* en octaèdres réguliers jaune d'or. Elles sont accompagnées d'autres roches sodiques dont quelques-unes renferment de la néphéline : ces dernières feront l'objet d'une Communication ultérieure.

» *Bassin du Mangoro.* — La roche de cette région que j'ai étudiée ne porte pas d'indication plus précise de gisement; elle a été recueillie par M. Catat et m'a été communiquée par M. Stan. Meunier.

» C'est une roche miarolitique, pauvre en quartz, riche en albite. L'amphibole qui accompagne l'ægyrine est d'un brun verdâtre et appartient par ses extinctions au groupe de la barkervicite. Les bords de ses cristaux deviennent d'un brun plus foncé, puis sur la bordure extérieure passent au bleu sombre avec pléochroïsme intense; la zone bleue s'éteint sous des angles très petits et en sens inverse du cristal central; elle est constituée par une amphibole du groupe de la riebeckite; cette transformation d'une amphibole sodique à allongement positif en une amphibole négative rappelle celle qui a été observée par M. W. Cross dans une syénite des Rosita Hills (Colorado).

» En résumé, on voit que dans trois régions de Madagascar, très éloignées les unes des autres, se rencontrent des syénites à feldspaths exclusivement alcalins, caractérisées par l'existence de l'ægyrine associée à une ou à plusieurs amphiboles sodiques; le quartz est constant, souvent même assez abondant pour que la roche doive être considérée comme un véritable granite, comparable au *natrongranite* de la région de Kristiania. Ces syénites ont généralement la structure de la nordmarkite de M. Brögger; elles en diffèrent essentiellement par l'absence de mica, l'existence de l'ægyrine comme seul pyroxène.

» Dans les gisements de la baie de Passandava, ces granites et syénites alcalines sont accompagnés de roches à néphéline comme en Norvège; le nombre des échantillons recueillis dans les deux autres régions est si faible qu'il n'est pas possible de tirer de conclusion de l'absence de roches similaires dans les collections étudiées.

» En terminant je signalerai un nouveau gisement de granite à riebeckite : j'ai observé cette roche dans une ancienne collection rapportée de l'Yémen par Botta ([1]); elle a été recueillie par ce voyageur dans les ravins du mont Saber.

» L'orthose de ces roches est faculée d'albite; la riebeckite est accompagnée d'un peu d'ægyrine, de biotite, de fluorine, de zircon et de pyrochlore.

» La présence d'un granite à riebeckite dans l'Yémen présente un intérêt

---

([1]) *Bulletin de la Société de Géographie de Paris*, t. XII, p. 369; 1839.

exceptionnel par suite de l'existence de cette même roche à l'île de Socotra. J'ai en outre signalé récemment des rhyolites à riebeckite et ægyrine dans le pays des Somalis; des trachytes renfermant les mêmes minéraux sont connus en Abyssinie; il semble donc que l'extrémité orientale de l'Arabie et la région voisine du continent africain constituent une province pétrographique riche en roches alcalines sur lesquelles il y a lieu d'appeler l'attention des pétrographes et des géologues voyageurs. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Gothlandien de la presqu'île de Crozon (Finistère).* Note de M. F. **Kerforne**, présentée par M. de Lapparent.

« Le gothlandien du massif armoricain a été divisé de la façon suivante :

» 1. Phtanites de l'Anjou à *Rastrites* et *Mon. lobiferus* M'Coy.

» 2. Ampélites à *Mon. priodon* Br., parmi lesquelles celles de Poligné à *Diplograptus* sont inférieures.

» 3. Calcaires ampéliteux et schistes à nodules; ce niveau ne pouvant se distinguer du précédent que parce qu'il lui est stratigraphiquement supérieur. Cette zone appartiendrait encore à l'étage de Wenlock et rien en Bretagne ne représenterait jusqu'ici l'étage de Lindlow [1].

» Nos études dans la presqu'île de Crozon nous ont permis de compléter ces résultats et de reconnaître que le gothlandien est beaucoup mieux représenté en Bretagne qu'on ne le pensait.

» Le niveau des *schistes* à *Rastrites,* représenté dans le massif armoricain : 1° par les phtanites de l'Anjou à *Rastrites peregrinus* Barr.; *Mon. lobiferus* M'Coy, etc., et 2° par les ampélites de Poligné à

» *Cephalograptus folium* His.; *Diplograptus palmeus* Barr.; *Monograptus convolutus var. spiralis* Gein.; *Monograptus densus* Pern. (*M. priodon auctorum*); *Monograptus exiguus* Nich.; *Monograptus continens* Törnq.; paraît ne pas exister dans le Finistère; il en est de même du niveau de Fenguerolles et d'Andouillé à *Monograptus Jaekeli* Perner et *Retiolites Geinitzi* Barr. qui lui est supérieur. Le premier niveau fossilifère de la presqu'île de Crozon, représenté par des ampélites, succédant à quelques mètres (10^{m} au plus) de grès azoïque, contient :

» *Cyrtograptus sp.; Monograptus priodon* Br.; *Monograptus riccartonensis* Lapw.; *Monograptus vomerinus* Nich.; *Monograptus dubius* Suess.

» Au-dessus viennent des schistes ampéliteux dans lesquels nous avons trouvé :

» *Monograptus colonus* Barr.; *Monograptus Nilssoni* Barr.; *Hyolithes simplex*

---

(1) Ch. Barrois, *Ann. Soc. géol. Nord,* t. XX, p. 137; 1892.

Barr.; *Cardiola interrupta* Sow.; *Cardiola migrans* Barr.; *Aptychopsis primus* Barr.; etc.

» Cette dernière zone appartient au Ludlow ainsi que les couches qui lui succèdent; ce sont des schistes avec petits bancs de quartzite et nodules silico-argileux, souvent pyriteux, contenant :

» *Monograptus Salweyi* Lapw.; *Entomis migrans* Barr.; *Bolbozoe anomala* Barr.; *Bolbozoe bohemica* Barr.; *Cardiola migrans* Barr.; *Cardiola gibbosa* Barr.; *Rhynchonella minerva* Barr.; etc.

» Puis viennent des schistes avec nodules calcaires, noirs, volumineux, contenant avec de nombreux *Orthoceras :*

» *Monograptus clavulus* Pern.; *Monograptus ultimus* Pern.; *Cardiola interrupta* Sow.; *Cardiola bohemica* Barr.; *Cardiola extrema* Barr.; *Cardiola migrans* Barr.; *Cardiola gibbosa* Barr.; *Cardiola cf. virgula* Barr.; et de nombreux Lamellibranches de e^2 de Bohême.

» Viennent ensuite des schistes avec bancs de quartzite, contenant des nodules plats, siliceux, souvent calcarifères, et quelquefois même des petits bancs lenticulaires noduliformes d'un calcaire bleuâtre. Nous y avons trouvé :

» *Bolbozoe bohemica* Barr.; *Modiolopsis senilis?* Barr.; *Posidonomya eugyra* Barr.; *Goniophora reductans* Barr.; *Orthoceras cf. originale* Barr.; *Lingula cf. Lewisi* Sow.

» Ces schistes et quartzites supérieurs passent insensiblement aux *schistes et quartzites de Plougastel* (dévonien).

» Nous reconnaissons donc dans le gothlandien du massif armoricain la présence de sept zones graptolitiques distinctes et d'une zone supérieure. Les deux premières appartiennent au niveau des *schistes à Rastrites;* les deux suivantes au niveau des *schistes à Cyrtograptus* (*Wenlock*), les autres au niveau de *Ludlow*. Nous pensons qu'il sera possible par la suite de préciser encore ces niveaux et de reconnaître de nouvelles subdivisions. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la température sur la fatigue des nerfs moteurs de la grenouille*. Note de M. J. Carvallo (1), présentée par M. A. Chauveau.

« Si, comme on l'admet généralement, les nerfs sont, en réalité, infatigables, si ces appareils ne dépensent rien ou presque rien sous l'influence de l'excitation et s'ils peuvent mettre en activité les organes qu'ils innervent sans devenir le siège de phénomènes chimiques importants,

(1) Travail du Laboratoire des travaux pratiques de Physique biologique de la Faculté de Médecine de Paris.

nous ne voyons pas de raisons pour que les variations de la température extérieure modifient la marche de l'influx nerveux, pourvu que ces variations restent dans les limites compatibles avec l'intégrité anatomique des tissus.

» On verra par nos expériences que, contrairement à cette hypothèse, la température a une influence considérable sur l'activité des nerfs moteurs.

» Lorsqu'on compare la durée totale de la fatigue de l'appareil nervo-musculaire terminal, obtenue par l'excitation directe du nerf, le muscle restant toujours à la même température et le nerf passant de 0° à 20° par exemple, on s'aperçoit tout de suite que plus la température du nerf est élevée, plus la courbe de fatigue se prolonge. En effet, si l'on prend le train postérieur d'une grenouille et si l'on prépare de la même façon la patte droite et la patte gauche afin d'obtenir la courbe de fatigue du muscle gastrocnémien par l'excitation du nerf sciatique, on constate, en mettant le nerf d'une des pattes à 20°, l'autre à 0°, les deux muscles se trouvant dans les deux cas à la même température, que la durée totale de la période de fatigue est beaucoup plus longue dans le premier cas que dans le second. Nous avons cherché dans ces expériences à mettre les deux nerfs dans des conditions de travail à peu près identiques et à éliminer toute cause d'erreur. Pour cela nous avons pris une excitation voisine de celle qui provoque la secousse minima à la fermeture. De cette façon nous avions des excitations à la rupture, largement suffisantes à donner la secousse maxima du muscle. La fréquence avec laquelle se succédaient les excitations était plutôt lente, une toutes les cinq secondes. D'autre part, les deux muscles se trouvaient chargés par le même poids. Finalement, le nerf et le muscle étaient chacun enfermé dans une gouttière métallique dont on maintenait la température constante à l'aide d'un courant d'eau ou bien en l'entourant complètement de glace. Ces deux gouttières étaient séparées par une cloison verticale, mauvaise conductrice de la chaleur, placée au niveau de l'articulation du genou. Un thermomètre mis à côté du muscle et un autre à côté du nerf nous renseignaient sur les variations de température de ces deux organes pendant toute la durée de l'expérience. C'est ainsi que nous avons observé que les nerfs dont la température est élevée se montrent invariablement beaucoup plus actifs que les nerfs dont la température est basse. Toutefois, malgré la constance de ces résultats, on peut attribuer ces différences aux écarts d'excitabilité existant

entre une patte et l'autre. Pour trancher définitivement la question nous avons fait l'expérience suivante :

» Le nerf sciatique d'une patte de grenouille, séparée du corps, est placé à la température de 20°. Lorsque les thermomètres indiquent la température voulue on commence les excitations du nerf. Au bout d'un temps relativement court on voit les secousses devenir très irrégulières, puis disparaître finalement. Si à ce moment on verse quelques gouttes d'eau chaude sur la glace, le nerf reprend immédiatement son excitabilité et ceci d'une manière d'autant plus nette que sa température se rapproche davantage de 20°. En attendant la température du muscle n'a pas varié de cinq dixièmes de degré et dans la plupart des cas la reprise du nerf est telle qu'il peut donner une nouvelle courbe de fatigue aussi haute et aussi longue que la première. Ainsi donc, comme nous le pensions, l'activité des nerfs croît avec la température, puisqu'un nerf fatigué à 0° peut reprendre son excitabilité aussitôt qu'on le chauffe.

» Ce premier point étant acquis, nous nous sommes attaché à déterminer l'optimum thermique de l'activité nerveuse. Après bien des tâtonnements, nous sommes arrivé à réunir dans une seule expérience les diverses phases par lesquelles passe l'activité nerveuse en fonction de la température de 0° à 30°. Le nerf sciatique transporté rapidement, après fatigue de 0° à 5°, de 5° à 10°, de 10° à 20°, de 20° à 25°, de 25° à 30°, le muscle restant toujours dans la glace, présente des accroissements successifs d'excitabilité jusqu'à la température de 20°, accroissements qui cessent complètement au delà de cette limite.

» Finalement voici un phénomène très curieux qui prouve incontestablement que non seulement les nerfs se fatiguent aux basses températures, mais qu'ils peuvent se réparer par suite de l'échauffement : c'est le fait qu'un nerf fatigué à 0°, chauffé à 20°, puis revenu de nouveau à 0° donne à cette température une nouvelle courbe de fatigue. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les fonctions de la tige cristalline des Acéphales.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Peu d'organes ont été, autant que la tige cristalline des Acéphales, l'objet d'hypothèses différentes. Cette tigelle anhyste a été considérée, en

effet, suivant les auteurs, tantôt comme un appareil copulateur, tantôt comme un organe de soutien pour la masse viscérale, un manubrium destiné à agiter les matières nutritives contenues dans l'estomac, une substance de réserve, un suc digestif, etc.

» Toutes ces hypothèses étaient absolument gratuites et, pour résoudre la question, des expériences étaient nécessaires. Je les ai entreprises en prenant comme type la tige cristalline du *Cardium edule*.

» Tout d'abord, il y a lieu évidemment de ne s'arrêter que sur les deux hypothèses qui font de la tige cristalline, tantôt une matière de réserve, tantôt un suc digestif.

» Des recherches chimiques montrent que la tige ne contient pas de sucres, ni de matières grasses, et seulement des traces de matières albuminoïdes. Ce n'est donc pas une matière de réserve. Des pesées montrent d'ailleurs qu'une tige de *Cardium* ne pèse, en moyenne, que $0^{gr},031$ et qu'elle contient 87 pour 100 d'eau. Le poids de la matière sèche n'est que de $0^{gr},004$, quantité évidemment insignifiante, en tant que substance de réserve, pour un animal aussi volumineux que le Cardium.

» La tige cristalline est-elle donc un suc digestif? Les expériences suivantes, prises entre beaucoup d'autres et faciles à répéter, vont le montrer surabondamment.

» *a*. Des tigellès cristallines sont isolées, puis lavées sous un filet d'eau. On les met ensuite dans de l'eau douce ou dans de l'eau de mer où elles se dissolvent lentement. Au bout de quatre heures environ, la dissolution est achevée; on verse le liquide dans un ballon contenant de l'empois d'amidon. Quelques heures après, au moyen de la liqueur de Fehling, on constate déjà la présence du glucose. La proportion de celui-ci ne fait ensuite qu'augmenter. Cette expérience montre que : 1° les tigelles sont solubles dans l'eau et que, pour expliquer la corrosion de l'extrémité plongée dans l'estomac, il est inutile d'invoquer l'action du suc gastrique : l'eau de mer contenue dans l'estomac suffit à l'expliquer; 2° les tigelles contiennent en grande abondance de l'amylase (1) qui transforme l'amidon en glucose.

» *b*. Des tigelles sont lavées comme précédemment, dissoutes et mises dans une solution de saccharose. Au bout de vingt-quatre heures on constate, dans le liquide, la présence du glucose. Les tiges contiennent donc de la sucrase, susceptible d'intervertir le saccharose. Cette sucrase est d'ailleurs en quantité beaucoup moins considérable que l'amylase.

---

(1) L'amylase paraît surtout abondante dans les couches externes de la tige cristalline.

» *c*. Des expériences faites avec des cubes de blanc d'œuf ne m'ont pas permis de déceler la présence de la pepsine ni de la trypsine.

» On peut donc conclure, de ces expériences, que *la tige cristalline des Acéphales est un suc digestif, une sorte de* comprimé *de diastases, contenant beaucoup d'amylase et un peu de sucrase, le tout noyé dans une matière muqueuse,* laquelle a sans doute pour but d'empêcher la trop rapide dilution de la tige dans l'eau de mer contenue dans l'estomac, et peut-être aussi d'agglutiner les matières solides qui flottent dans celui-ci [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Topographie de la sensibilité gustative de la bouche.* Note de MM. **Ed. Toulouse** et **N. Vaschide**, présentée par M. Marey.

« Nous avons étudié avec notre méthode [2] la topographie de la sensibilité gustative de la bouche sur vingt-quatre hommes (infirmiers) et sur trente et une femmes (infirmières) âgés en moyenne de 23 ans à 30 ans. Les expériences sur l'isthme du gosier n'ont pu, en raison de leur difficulté, être poursuivies que sur quatre hommes et sept femmes. Nous résumons le résultat de nos observations dans le Tableau suivant. Voici nos conclusions :

» 1° Toutes les parties de la muqueuse buccale peuvent avoir des sensations gustatives. Toutefois les lèvres, les gencives, les joues, les dents, le plancher de la bouche, la voûte du palais ne perçoivent que les sensations acides. Comme ces parties ne sont pas innervées par des nerfs sensoriels, on peut se demander si la sensation d'acide est une véritable saveur ou bien une modalité de la sensibilité tactile. Les saveurs salées, sucrées et amères sont perçues par les autres parties de la muqueuse buccale et notamment par la langue et l'isthme du gosier, qui constituent à eux deux l'organe du goût.

» Le bord et la face supérieure de la langue sont plus sensibles que la face inférieure et le frein. Il est à remarquer que, sur la face postérieure

---

(1) Les faits sur lesquels je viens d'appeler l'attention, quoique de nature physiologique, ont aussi un intérêt morphologique; ils montrent que la tige cristalline n'est pas une radula transformée, comme on l'a dit quelquefois, mais le produit de sécrétion d'une simple glande salivaire.

(2) *Comptes rendus*, 9 mars 1900.

de la langue, la ligne médiane sent moins que les parties latérales. Le voile du palais est moins sensible que la langue. Il est intéressant de noter que les amygdales sont sensibles aux quatre saveurs.

Topographie de la sensibilité gustative de la bouche.

(L'acuité de la perception est représentée par le titre des solutions.)

Régions explorées de la cavité buccale.	Saveurs. Salées. — Chlorure de sodium.	Sucrées. — Saccharose.	Amères. — Dibromhydrate de quinine.	Acides. — Acide acétique.
Lèvres sup. et inf. (Face muq.). Partie externe.	»	»	»	»
Lèvres sup. et inf. (Face muq.). Partie interne.	»	»	»	Ac. acét. pur
Muqu. gingivale (Arc. sup. et inf.) Partie externe.	»	»	»	Ac. acét. pur
Muqu. gingivale (Arc. sup. et inf.) Partie interne.	»	»	»	Ac. acét. pur
Muqueuse des joues	»	»	»	Ac. acét. pur
Langue. Bord. Tiers antér....	1 pour 100	1 pour 1000	1 pour 10000	1 pour 10000
Langue. Bord. Tiers moyen...	2 pour 100	1 pour 100	1 pour 1000	1 pour 1000
Langue. Bord. Tiers postér...	3 pour 100	1 pour 100	1 pour 10000	1 pour 1000
Langue. Ligne médiane. Tiers antér....	3 pour 100	1 pour 1000	1 pour 1000	1 pour 1000
Langue. Ligne médiane. Tiers moyen ..	1 pour 10	1 pour 10	1 pour 1000	1 pour 100
Langue. Ligne médiane. Tiers postér...	1 pour 10	1 pour 10	1 pour 1000	1 pour 100
Langue. Face supérieure. Tiers antér....	9 pour 1000	1 pour 1000	1 pour 10000	1 pour 1000
Langue. Face supérieure. Tiers moyen ..	1 pour 10	1 pour 100	1 pour 10000	1 pour 1000
Langue. Face supérieure. Tiers postér...	1 pour 10	1 pour 100	1 pour 100000	1 pour 100
Langue. Face inférieure..............	Chl. de sod. pur	1 pour 10	1 pour 1000	1 pour 100
Langue. Frein........................	Chl. de sod. pur	Sacc. pure	Dibr. de quin. pur	1 pour 100
Plancher de la bouche	»	»	»	1 pour 10
Voûte du palais	»	»	»	Ac. acét. pur
Voile du palais. Face antérieure	1 pour 10	1 pour 100	1 pour 10000	1 pour 100
Voile du palais. Face postérieure............	1 pour 10	1 pour 100	1 pour 10000	1 pour 1000
Voile du palais. Luette. (Face antér.)..	Chl. de sod. pur	1 pour 10	1 pour 1000	1 pour 1000
Voile du palais. Piliers antérieurs. Face antér....	1 pour 10	1 pour 1000	1 pour 1000	1 pour 100
Voile du palais. Piliers antérieurs. Face postér...	Chl. de sod. pur	1 pour 100	1 pour 100	1 pour 100
Voile du palais. Piliers postérieurs. Face antér....	Chl. de sod. pur	1 pour 10	1 pour 100	1 pour 10
Voile du palais. Piliers postérieurs. Face postér...	Chl. de sod. pur	1 pour 10	1 pour 10	Ac. acét. pur
Voile du palais. Amygdales	Chl. de sod. pur	1 pour 10	Dibr. de quin. pur	1 pour 100
Voile du palais. Epiglotte (Face antér.)..	»	Sacc. pure	1 pour 100	1 pour 10

» 2° Si, contrairement à l'opinion d'un grand nombre d'auteurs, la langue et *chacune de ses papilles* et aussi l'isthme du gosier nous ont paru

percevoir toutes les saveurs, il n'en est pas moins vrai que ces territoires anatomiques sentent mieux certaines saveurs que d'autres. C'est ainsi que le tiers antérieur de la langue sent mieux le salé, le sucré et l'acide et que la base sent mieux l'amer; de même, dans l'isthme du gosier, c'est le voile lui-même qui sent le mieux le salé et l'amer.

» 3° Il résulte de ces expériences que la partie antérieure de la langue, qui est innervée par le lingual, et la partie postérieure ainsi que l'isthme du gosier, qui sont innervés par le glosso-pharyngien, ont à des degrés divers les mêmes fonctions. Ce fait physiologique rend vraisemblable l'opinion de Carl, Urbantschitsch et Mathias Duval, d'après laquelle un nerf unique, le glosso-pharyngien, présiderait à ces fonctions semblables, en innervant, par des filets directs, la base de la langue et l'isthme du gosier et, par des fils indirects passant par la corde du tympan et le lingual, la pointe de la langue. »

M. J. Massau adresse le 1er fascicule d'un « Mémoire sur l'intégration graphique des équations aux dérivées partielles : Intégration fausse; intégration par les caractéristiques; mouvement varié des eaux courantes; mascaret ».

M. Maurice Lévy présente, au sujet de ce Mémoire, les observations suivantes :

» Dans une Note de M. Coulon, insérée au dernier numéro des *Comptes rendus,* et intitulée : « Sur les caractéristiques des équations aux dérivées partielles et le principe d'Huygens », l'auteur observe que la propagation d'une discontinuité, dans un mouvement régi par un système d'équations aux dérivées partielles, ne peut se faire que suivant les surfaces caractéristiques.

» Cette observation se trouve précisément développée, avec d'intéressantes applications au mouvement des eaux courantes et au mascaret, dans le Mémoire de M. Massau, Mémoire paru en autographie en 1899 [1]. »

M. Pierre Landes adresse un projet « d'un bateau qui remonte les fleuves par la résistance du courant ».

---

[1] Gand, imprimerie Meyer Van Loo, 1899. — Paris, librairie Hermann.

M. **E. Ducretet** adresse une Note relative à la méthode et aux procédés radiotéléphoniques de M. *Popoff*.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 avril 1900.

Le fluor et ses composés, par M. Henri Moissan, de l'Institut. Paris, G. Steinheil, 1900; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Cartes agronomiques et situation agricole du canton de Redon, par M. Lechartier, avec le concours de M. du Halgouet. Rennes, 1900. Texte, 1 fasc. in-8° et huit Cartes hors texte.

Cinquantenaire de la Société de Biologie. Volume jubilaire publié par la Société. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 fasc. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie; t. XCV, 1re, 2e et 3e Parties. Paris, Imprimerie nationale, 1900; 3 vol. in-8°.

Récréation arithmétique sur les mouvements des aiguilles d'une montre, par Prosper de Lafitte. Agen, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La transmutation des métaux..., par Théodore Tiffereau. Paris, chez l'Auteur, 1900; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXVIII, fasc. 1. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France; année 1899, t. XII. Paris, 1899; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; vol. X de la 7e série, 1899. Nantes; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 28e année, n° 1, janvier-février 1900. Rouen; 1 fasc. in-8°.

Compagnie des Chemins de fer du Midi. Assemblée générale des actionnaires du 3 avril 1900, présidence de M. Léon Aucoc. *Rapport du Conseil d'Administration.* Paris, 1900; 1 fasc. petit in-4°.

Geschichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, im Auftrage der Akademie bearbeitet von Adolf Harnack. Berlin, 1900; 4 vol. petit in-4°.

Flora Batava. Aflev. 325-328. Haarlem, 1899; 4 fasc. in-4°.

Mémoire sur l'intégration graphique des équations aux dérivées partielles, par J. Massau. Gand, F. Meyer Van Loo, 1899; 1 fasc. in-4°.

On the mechanical principles of flight, by the Rt. hon. Lord Rayleigh. (Manchester Memoirs, vol. 44, Part. II, 1899; n° 5.) 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 avril 1900.)

Note de M. *Gruey,* Sur les termes complémentaires du criterium de Tisserand :

Page 1112, au dernier terme de l'équation (11), *au lieu de*

$$-\frac{2'}{p'}(\cos\zeta'_1 - \cos\zeta'_0),$$

lisez

$$-\frac{2e'}{p'}(\cos\zeta'_1 - \cos\zeta'_0).$$

Note de MM. *A. Blondel* et *G. Dobkévitch,* Sur la sensibilité maxima des cohéreurs employés pratiquement dans la Télégraphie sans fils :

Page 1123, ligne 18 et suiv., rétablir la phrase comme suit :

» Bien que le phénomène ait une apparence magnétique, nous *l'*expliquons par une simple cause mécanique, l'augmentation *de la pression* au contact entre les limailles, etc.